
NYPL RESEARCH LIBRARIES
3 3433 06633980 9







3

ESSAI

SUR

LE NIVELLEMENT.

Je place la présente édition sous la sauve-garde des lois.

Les deux exemplaires, *en vertu de la loi*, sont déposés à la Bibliothéque Impériale.

Brumaire an XIV.

ESSAI

SUR LE

NIVELLEMENT.

> Nunc utile multis.
> Juv., s. VII, v. 96.

1 vol. in-8°., avec 9 planches renfermant 68 figures.

A PARIS,

Chez { Firmin Didot, Libr., rue de Thionville, n°. 10.
Délance, Imp.-Lib., rue des Mathurins, hôtel Cluny.

DE L'IMPRIMERIE DE DELANCE.

An XIV — 1805.

PRÉFACE.

PENDANT plus de vingt-cinq ans que je me suis occupé d'un grand nombre de nivellemens, auxquels j'ai employé plusieurs niveaux de différentes espèces, j'ai eu occasion de faire beaucoup d'observations sur ces instrumens. J'y ai appliqué en outre les mathématiques, et j'ai eu soin de faire toujours marcher de front la théorie et la pratique.

Retiré à Paris depuis quelques mois, je m'occupois à rédiger mes matériaux, pour en faire un ouvrage sur l'art de niveler, lorsqu'une Compagnie étrangère m'a prié de faire un nivellement et quelques autres opérations relatives à une entreprise considérable qu'elle se proposoit de faire. J'ai saisi avec empressement cette occasion,

pour soumettre à l'expérience quelques niveaux qu'on avait construits pendant mon absence de Paris (1).

De retour dans la capitale de l'Empire français, j'ai appris qu'un Général d'artillerie et un Ingénieur des ponts et chaussées faisoient chacun un traité sur le même sujet (2); je n'en ai pas moins repris mon travail, parce que chacun de nous pourra faire des observations, peut-être importantes, auxquelles les deux autres n'auroient pas songé. J'avois déjà rédigé deux chapitres de mon ouvrage ; mais le travail de ces messieurs ne paroissant pas, et le mien demandant encore beaucoup de temps pour être achevé, plusieurs libraires m'ont engagé à faire imprimer provisoirement les

---

(1) Le niveau de M. Lenoir et autres.

(2) Cette science doit beaucoup à M. de Chézy, ingénieur de ce corps.

choses les plus indispensables sur le nivellement, pour satisfaire au besoin extrême qu'on a dans ce moment d'un traité sur cette matière. J'ai suivi d'autant plus volontiers leur conseil, que l'excellent traité de l'abbé Picard, qui a, pour ainsi dire, créé la science du nivellement en France, ne se trouve plus dans le commerce. D'ailleurs, depuis la mort de ce célèbre astronome, on a inventé et perfectionné un grand nombre de niveaux qui sont seuls en usage aujourd'hui.

Je ne donne donc, dans cet Essai, que ce qui est strictement nécessaire pour apprendre à niveler. J'avance plusieurs propositions, et j'indique plusieurs procédés que je ne démontre point : ceux qui liront ce petit ouvrage pourront s'amuser à en chercher la démonstration, en attendant qu'il paroisse un traité complet sur le nivellement. Ceux à qui leurs occupations

ne permettront pas de se livrer à cette recherche, peuvent avoir une entière confiance dans les méthodes que j'enseigne; car je n'avance rien qui ne soit appuyé sur les principes mathématiques, qui sont aussi immuables que la vérité même.

J'ai divisé cet Essai en quatre chapitres: dans le premier, j'explique la théorie du nivellement, qui consiste à rapporter les points, dont on veut déterminer la différence de niveau, à un rayon visuel que l'on rend horizontal au moyen de certains instrumens.

De tous les niveaux dont se servoient les Anciens, je ne parle que du chorobate, parce que cet instrument a dû précéder naturellement le niveau d'eau.

Je donne la description du niveau d'eau en fer-blanc (Pl. I), qui sera toujours en usage, parce qu'il est peu coûteux, qu'on

peut le fabriquer et réparer partout, qu'il n'exige pas de grandes connoissances pour s'en servir; et qu'il n'a pas besoin de vérification. Je conseille d'en faire fabriquer la douille en cuivre, et de faire aussi garnir la tige du trépied d'un cône de cuivre, afin de rendre le mouvement de l'instrument plus régulier et plus doux. Il vaut mieux encore adapter au niveau d'eau une tige en cuivre, terminée par une sphère qui se meut dans un genou à douille. Il faut en outre que la tige soit faite de manière que l'instrument puisse faire un tour d'horizon, lors même que les deux coquilles du genou serrent la sphère de la tige.

Je dis ce qu'on entend par *niveau apparent*, et par *niveau vrai*. Je parle aussi de la déviation qu'éprouve le rayon visuel dans sa route, effet connu sous le nom de *réfraction*. Si la réfraction abaissoit autant le

point de visée au-dessous du niveau apparent que le niveau apparent l'élève au-dessus du niveau vrai, on n'auroit pas besoin de corriger l'erreur causée par le niveau apparent et par la réfraction; mais la réfraction abaisse moins le rayon visuel que le niveau apparent ne l'élève. Je donne une table du haussement du niveau apparent et de l'abaissement causé par la réfraction, depuis 20 mètres jusqu'à 10,000 mètres.

Je démontre qu'en plaçant son instrument au milieu des deux points qu'on nivelle, l'erreur provenant du niveau apparent et de la réfraction, devient nulle. Je démontre pareillement, dans le chapitre suivant, qu'en plaçant un niveau à bulle d'air et à une lunette, à une distance égale des deux points sur lesquels on opère, on obtient des points qui sont dans le niveau vrai, l'instrument fût-il faux. On voit par là

combien il est important de placer son niveau sur un point également éloigné des deux points qu'on nivelle. Au reste, lorsqu'on se sert du niveau d'eau, on n'a besoin de faire aucune correction, parce que la longueur des stations que l'on fait avec cet instrument est si petite, qu'à cette distance l'élévation du niveau apparent diminuée de l'abaissement causé par la réfraction, est une quantité presque insensible.

J'enseigne ensuite l'usage de la table dont je viens de parler. J'apprends à trouver, sans y avoir recours, la hauteur du niveau apparent pour des distances qui surpassent de beaucoup les limites de notre table, et cela par une méthode très-expéditive.

Dans le chapitre second, je donne la description de quelques instrumens qui sont en usage pour niveler. Comme j'ai décrit le niveau d'eau dans le premier chapitre, je

me contente d'ajouter quelques observations sur cet instrument, qui survivra à tous les autres; car les hommes ont beau faire, ils sont toujours obligés d'en revenir aux choses les plus simples.

Je décris ensuite une mire que je regarde comme la plus commode de toutes celles que je connoisse.

Je passe à la description du niveau à bulle d'air et à une lunette de M. de Chézy (Pl. II). J'enseigne les méthodes les plus simples pour le vérifier et le rectifier. Je fais sur cet instrument une observation qui n'a été faite, je crois, par personne avant moi. C'est que les différens rayons visuels horizontaux qu'on obtient, en lui faisant faire successivement des fractions de demi-tour d'horizon, ne sont point situés dans un même plan horizontal. Je donnerai, dans le traité que j'ai annoncé, une for-

mule algébrique, au moyen de laquelle on pourra calculer l'abaissement du rayon visuel dans les différentes positions de l'instrument.

Je donne (Pl. III, fig. 3) la description d'un niveau à bulle d'air de mon invention. C'est en appliquant les mathématiques à différens niveaux, que j'ai été conduit à la construction de cet instrument, que je regarde comme le plus simple de tous les niveaux à bulle d'air et à une lunette qu'on ait imaginés jusqu'à présent.

Je décris ensuite un niveau à bulle d'air et à lunette, que j'ai placé sur le pied à double mouvement qui a été inventé, dit-on, par Bellerie, et perfectionné depuis, je crois, par M. Lenoir, l'un des plus habiles ingénieurs de Paris en instrumens de mathématiques.

Les différens rayons visuels horizontaux

qu'on obtient avec cet instrument, en lui faisant faire successivement des fractions de demi-tour d'horizon, devroient être tous situés théoriquement dans un même plan horizontal, et la bulle ne devroit point changer de place; mais la chose n'a pas tout-à-fait lieu ainsi dans la pratique, à cause de certaines conditions qu'il est presque impossible de remplir dans l'exécution de cet instrument, ainsi que dans l'exécution de ceux qui ont pour but le même objet.

J'ai placé un petit *niveau* en travers sur la lunette, afin qu'on puisse toujours faire correspondre la bulle à la même partie du tube. Cette invention n'est pas nouvelle, mais je la crois bonne, et je conseille d'appliquer un pareil *niveau* à la lunette du niveau-Chézy.

Je donne ensuite la description d'un niveau à bulle d'air et à deux lunettes, dont

on peut voir les dessins (Pl. IV.) Quoique je n'aie annoncé qu'un Essai, je suis bien aise cependant de ne rien omettre d'essentiel au nivellement. Après avoir décrit cet instrument, j'indique les moyens de le vérifier et de le rectifier.

Je décris quelques autres niveaux de cette espèce, et j'enseigne les méthodes propres à en faire pareillement la vérification et la rectification.

Quoique ces sortes de niveaux ne soient plus guère en usage, il peut arriver cependant qu'un ingénieur n'en ait pas d'autres à sa disposition; il faut donc qu'il sache les vérifier avant de s'en servir. Les ingénieurs français se sont trouvés dans ce cas-là en Égypte. Les habitans de la ville du Caire, dans une révolte qu'ils firent, brisèrent tous les niveaux qu'on avait apportés, hors un seul à bulle d'air et à deux lunettes. Il fallut

bien l'employer au nivellement de l'Isthme de Suez.

Avec les niveaux à bulle d'air et à lunette, on fait ordinairement des stations qui ont 2, 4, 5 et 600 mètres de long. On pourroit les faire plus grandes, si le niveleur n'avoit pas besoin d'être assez près du porte-mire, pour que ce dernier puisse comprendre promptement les signes qu'il lui fait.

Je passe ensuite au niveau à perpendicule (Pl. V). Je décris celui qui est le plus en usage, le niveau de maçon ou de charpentier. Je fais observer qu'on pourroit y adapter des pinules, ainsi qu'une tige et un genou, et s'en servir ensuite pour niveler deux points assez éloignés l'un de l'autre; mais c'est ce qu'on ne fait pas, à cause que le niveau d'eau et le niveau à bulle d'air et à pinules remplissent ordinairement cet objet.

Le troisième chapitre est consacré à la

pratique du nivellement (Pl. VI). Je regarde ce chapitre comme le plus important de tous, parce qu'il contient des remarques qui sont le fruit d'une pratique raisonnée de bien des années. Je donne des procédés qui paroîtront peut-être minutieux à des savans qui ne se sont jamais occupés que de théorie; mais j'ose assurer que c'est à ces procédés que je dois de n'avoir commis que très-rarement des erreurs dans les nombreux nivellemens que j'ai faits.

J'enseigne ensuite la manière de réduire un nivellement à une seule et même ligne de niveau; de faire la preuve d'un nivellement, pour s'assurer de son exactitude.

Dans le quatrième chapitre, je décris deux niveaux de pente. Le premier est un niveau de maçon, auquel on a adapté une tige et un genou (Pl. V), et qu'on a placé

sur un trépied. On peut tracer un arc de cercle sur la base de cet instrument, ou simplement une ligne droite qu'on divise en parties égales. Dans le premier cas, on est obligé d'avoir recours à une table de logarithmes, pour calculer la hauteur d'un point par rapport à un autre; dans le second cas, il suffit de faire une règle de trois. Cet instrument est peu en usage.

Le second niveau de pente (Pl. VII) est celui auquel j'ai donné le nom de niveau de pente *de l'Ingénieur des ponts et chaussées*. Il est très-ingénieux, et doit son invention à M. de Chézy, l'un des plus célèbres ingénieurs de ce corps. J'enseigne la manière de le vérifier, de le rectifier, et de l'employer à la solution de plusieurs problèmes.

Il existe encore un grand nombre d'instrumens propres au nivellement, et dont

je donnerai la description et l'analyse dans le Traité que je ferai paroître. Je regarde ce que j'ai dit dans cet Essai comme suffisant pour apprendre à niveler. Au reste, c'est aux architectes et aux ingénieurs des différens corps à juger si j'ai rempli ou non l'objet que je me suis proposé. Je désire que les différentes vérités que j'annonce, et les procédés que j'indique, leur paroissent aussi curieux qu'ils m'ont paru l'être, lorsque je les ai trouvés pour la première fois, et qu'ils leur soient aussi utiles qu'ils me l'ont été dans les différens nivellemens que j'ai faits pendant plus de vingt ans.

Nota. Quoique né en France et élevé à Paris, j'ai été si long-temps absent de ma patrie, et j'ai d'ailleurs écrit cet Essai si rapidement, que je prie le lecteur de n'être pas sévère sur mon style, et de juger *res non verba.*

ESSAI
SUR
LE NIVELLEMENT.

CHAPITRE PREMIER.

Théorie du nivellement.

1. ON entend par nivellement l'opération par laquelle on détermine de combien deux points A et B (Pl. I, fig. 1) sont plus ou moins élevés l'un que l'autre, par rapport au centre C de la Terre, ou par rapport à deux points de niveau A' et B' qui sont situés, le plus souvent, au-dessus des points A et B.

2. La surface tranquille des eaux est une surface de niveau ; telle est la surface des mers, des lacs, des étangs, lorsqu'ils ne sont pas agités.

3. Si l'on vouloit assigner la différence de niveau entre les points A et B (Pl. I, fig. 2),

on pourroit se servir, à l'imitation des Anciens, d'un long canal CD en bois, dont le fond seroit couvert de quelques centimètres de hauteur d'eau. On le placeroit au-dessus des points A et B, et l'on mesureroit la distance du point A à la surface CD de l'eau; je la suppose égale à 1,^{mt}04 : on mesureroit pareillement la distance de la même surface au point B; je la suppose égale à 0,^{mt}95 : la différence 0,^{mt}09 entre ces deux nombres m'apprend que le point A est plus bas de 0,^{mt}09 que le point B (1).

On voit qu'un pareil niveau ne seroit pas facile à transporter, à cause de sa longueur et de son poids. On a donc imaginé de rapporter les différens points qu'on veut niveler *à un rayon visuel que l'on rend horizontal au moyen d'instrumens propres à cela.*

4. Le plus simple de tous les instrumens

---

(1) Les Anciens se servoient de cet instrument, et lui avoient donné le nom de *chorobate*, qui signifie *qui foule les champs* : en effet, pour niveler avec le chorobate, il faut l'appliquer à toutes les parties du terrein.

qu'on ait imaginés, pour donner au rayon visuel *une direction horizontale*, est le *niveau d'eau*.

Il est composé d'un cylindre de fer-blanc ORSP (Pl. I, fig. 3), d'un mètre et demi de long de R en S, recourbé à angles droits en R et en S, ou bien arrondi, si l'on veut, à ces deux points; ce qui est indifférent. On lui donne ordinairement onze centimètres de R en O ou de S en P (4 pouces), et 27 millimètres de diamètre à la partie RS. On donne 50 millimètres de diamètre (22 lignes) aux parties RO et SP, afin de pouvoir y adapter des tubes de verre OT et PU de 50 millimètres de diamètre intérieur à peu près. Ces tubes ont chacun 11 à 13 centimètres de longueur (4 à 5 pouces.)

La douille AMNB aura deux décimètres de long (8 pouces), et sera maintenue par les deux brides ou liens *b* et *c* qui servent aussi à empêcher le cylindre RS de fléchir sous le poids de l'eau.

5. Le trépied est composé de la tige *i* AMNB, de 32 centimètres de long (1 pied),

et des trois supports V,V,V, qui ont chacun 125 à 130 centimètres de longueur (3 pieds 10 pouces à 4 pieds). Ils sont armés de trois pointes de fer qui servent à fixer le trépied où l'on veut.

6. Pour empêcher les tubes de verre de se casser, dans le transport de cet instrument, on les recouvre de deux boîtes en fer-blanc L et K (Pl. I, fig. 4) qu'on y adapte, au moyen des crochets *o* et *n* qui s'arrêtent par les deux bourrelets en fil de fer *h* et *g*. Quelquefois le fond de ces boîtes est terminé par un cône percé à son sommet, et l'on s'en sert comme d'entonnoirs pour remplir d'eau le cylindre de fer-blanc TRSU. Je n'approuve point cet usage, parce que la rouille qui attaque bientôt l'intérieur de ces boîtes, s'attache ensuite aux tubes de verre, et en ternit la transparence. Je conseille donc de ne jamais mettre d'eau dans les boîtes qui recouvrent les fioles des niveaux d'eau, et d'observer même, quand on remise cet instrument, de le placer à peu près dans la même posi-

tion qu'on lui donne lorsqu'on s'en sert.

7. Lorsque les tubes de verre OT et PU sont cassés, on peut, si l'on n'en a pas d'autres, leur substituer des fioles à sirop, dont on retranche le fond. On entoure la partie inférieure de ces fioles avec du fil et de l'étoupe imbibée de poix, et on les enfonce dans le niveau, qu'on fait chauffer ensuite, et sur lequel on verse un mélange bouillant composé de souffre en canon fondu, et d'un sixième de cire neuve. Si l'on ne peut faire cette opération soi-même, on envoie son niveau à un ferblantier du pays, qui se charge d'y sceller les fioles.

8. On remplit d'eau cet instrument, et l'on obtient ainsi deux surfaces de niveau qui sont très-portatives. Le niveleur se place de manière que, le corps porté en partie par un appui, le rayon visuel aI, qui va de l'objet à son œil, soit tangent aux deux tubes de verre, et soit en même temps dans le même plan que les deux surfaces de niveau; et comme on peut mener quatre tangentes différentes à deux ellypses, ou à

deux cercles situés dans un même plan, il suit de là que le rayon visuel I*a* peut avoir quatre positions différentes.

9. Les points de la ligne horizontale *a*E (Pl. I, fig. 5), parallèle à la droite AF tangente à la surface de la terre au point A, ne sont point de niveau entre eux; aussi appelle-t-on ces lignes AE et AF *des lignes de niveau apparent*, parce qu'en effet il semble, à la simple vue, qu'elles sont de niveau, tandis qu'elles ne le sont pas. La courbe *ab* concentrique à la courbure AL de la terre, est au contraire une *ligne de niveau vrai.*

Une ligne de *niveau apparent* est donc une ligne droite, et *une ligne de niveau vrai*, une courbe qui devient un arc de cercle, dans l'hypothèse que la terre est sphérique. Nous ferons cette supposition d'autant plus volontiers que, quoique notre planète soit aplatie vers les pôles et renflée vers l'équateur, cet aplatissement est si peu de chose, que l'on peut, sans erreur sensible, supposer, dans l'opération du nivellement, que la terre est ronde.

10. Lorsque l'on connoît la position du point F situé dans l'horizontale AF, on peut, au moyen de la distance connue AB, déterminer la position du point L, qui est de niveau avec le point A, et cela par la propriété qu'a toute tangente AF (Pl. I, fig. 6) d'être moyenne proportionnelle entre la sécante entière FD et la partie extérieure FL; c'est-à-dire, que l'on a toujours DL + LF : AF : : AF : LF, d'où l'on tire $LF = \frac{\overline{AF}^2}{DL + LF}$, ou, comme LF est une quantité très-petite par rapport au diamètre DL de la terre, $LF = \frac{\overline{AF}^2}{DL}$.

Le diamètre de la terre est égal, d'après les dernières mesures, à 12732396 mètres; la distance AF ou AB sera aussi connue, en la mesurant, soit à la chaîne, soit par un autre procédé. On pourra donc déterminer la valeur de LF, qui n'est autre chose que la hauteur du niveau apparent au-dessus du niveau vrai.

11. Si, pour une distance AF, l'expres-

sion LF de la hauteur du niveau apparent au-dessus du niveau vrai est égale à $\frac{\overline{AF}^2}{DL}$, la hauteur GI du niveau apparent au-dessus du niveau vrai pour une distance AG, aura pour expression $\frac{\overline{AG}^2}{DL}$. Donc LF : GI :: $\frac{\overline{AF}^2}{DL} : \frac{\overline{AG}^2}{DL} :: \overline{AF}^2 : \overline{AG}^2$; c'est-à-dire, que les différentes hauteurs du niveau apparent au-dessus du niveau vrai, sont entre elles, à peu près, comme les quarrés des distances. On peut faire usage de cette propriété pour calculer plus facilement une table des hauteurs du niveau apparent au-dessus du niveau vrai, à des distances données.

12. Si donc le rayon visuel HI (Pl. I, fig. 5) donnoit le point E, il seroit facile de trouver la position du point *b* qui est de niveau avec le point I; mais le point que nous voyons en E est en E′ au-dessous du point E. La lumière tend bien à aller en ligne droite ainsi que tous les corps; mais tout corps qui passe obliquement d'un milieu dans un autre plus ou moins dense que ce-

lui d'où il sort, change de direction. La lumière, par exemple, en passant obliquement d'un milieu dans un autre plus dense, s'approche de la perpendiculaire. Comme toutes les substances qui se réduisent en gaz ou en vapeur, se rendent continuellement dans l'atmosphère, laquelle varie d'ailleurs de densité à chaque couche, il suit de là que le rayon visuel traversant obliquement, à chaque instant, dans l'opération du nivellement, des couches d'air de différente nature, change de direction à chaque pas qu'il fait; de sorte que le rayon HI forme la courbe I n E'. Nous rapportons cependant le point E' en E, à l'extrémité de la droite a E tangente à la courbe I n E'.

13. On a fait un grand nombre d'observations pour déterminer le rapport de l'angle E a E', qu'on nomme *l'angle de la réfraction*, avec l'angle a CE' formé par les deux rayons menés du centre C de la terre aux extrémités de la distance aE'. On sent bien que cet angle ne sauroit être constant, et qu'il doit varier suivant la nature

des lieux et des saisons; cependant il varie peu, et d'après les observations nombreuses du célèbre astronome Delambre, on peut, terme moyen, regarder l'angle de la réfraction E a E′ comme égal aux huit-centièmes de l'angle aCE′.

14. Le niveau apparent élève le point de visée au-dessus du niveau vrai, et la réfraction l'abaisse un peu. On trouvera, page 35 et suivantes, une table qui donne l'élévation du niveau apparent au-dessus du niveau vrai, ainsi que l'abaissement causé par la réfraction, pour une distance donnée. Nous allons enseigner bientôt l'usage de cette table.

15. Lorsqu'on pourra placer son instrument à une distance égale des deux points qu'on nivèle, on n'aura besoin d'avoir égard ni au niveau apparent, ni à la réfraction. En effet (Pl. I, fig. 7), les triangles CKO, CKO′; CKN, CKN′; CKM, CKM′ sont égaux deux à deux, lorsque KO = KO′, KN = KN′, KM = KM′. Donc CO = CO′; CN = CN′; CM = CM′. Les points O, O′; N, N′; M, M′

sont donc deux à deux à une distance égale du centre de la terre ; donc ils sont de niveau.

Si l'on suppose que deux de ces points, en vertu de l'effet produit par la réfraction, sont au-dessous de la ligne de niveau apparent M M', comme la réfraction de K en M est sensiblement égale à celle de K en M', il suivra de là que le point M'' est autant au-dessous du point M que le point M''' est au-dessous du point M' ; donc $CM'' = CM'''$. Ainsi donc on fera très-bien de placer le niveau à une distance égale des deux points qu'on veut niveler, toutes les fois que les localités le permettront, parce qu'on n'aura besoin alors d'avoir égard ni au niveau apparent, ni à la réfraction.

16. Supposons que l'on veuille connoître la différence de niveau des deux points A et B (Pl. I, fig. 8), situés à 300 mètres l'un de l'autre, et qu'on ait placé son niveau en C à une distance égale des points donnés. Je suppose que le rayon visuel de l'observateur passe à 1,^{mt}50 au-dessus du point A, et

à 1,^{mt}72 au-dessus du point B; je n'ai besoin de faire aucune correction à ces deux nombres; je soustrais le plus petit du plus grand, et le reste 22 centimètres m'apprend que le point B est de cette quantité plus bas que le point A.

Je suppose maintenant qu'on ait placé l'instrument au point A; que la hauteur de l'œil au-dessus du point A soit égale à 1,^{mt}054, et que le rayon visuel passe à 1,^{mt}280 au-dessus du point B. Je chercherai dans la quatrième colonne de ma table le nombre qui correspond à la distance de 300 mètres; je trouve 0,006; je retranche cette quantité de 1,^{mt}280 qui se trouve ainsi réduit à 1,^{mt}274; je soustrais ensuite 1,^{mt}054 de cette dernière cote, et le reste 0,^{mt}22 m'apprend que le point A est de cette quantité plus élevé que le point B.

Supposons maintenant qu'au lieu d'avoir placé l'instrument au point A, on l'ait établi au point D situé à 100 mètres du point A, et à 200 mètres du point B. Supposons que le rayon visuel du niveleur

passe à 1,^{mt}66 au-dessus du point A, et à 1,^{mt}880 au-dessus du point B. J'examinerai dans la quatrième colonne de ma table quel est le nombre correspondant à la distance de 100 mètres; je le trouve égal à 0,^{mt}001; j'examine pareillement quel est le nombre correspondant à la distance de 200 mètres; je trouve 0,^{mt}003; je prends la différence de ces deux nombres, qui est égale à 0,^{mt}002 que je soustrais de 1,^{mt}880, hauteur du rayon visuel au-dessus du point B; il reste 1,^{mt}878 dont je déduis ensuite 1,^{mt}66; la différence 0,^{mt}218 m'apprend que le point B est de 22 centimètres plus bas que le point A.

17. RÈGLE GÉNÉRALE. *Lorsqu'on place l'instrument à une distance égale des deux points qu'on veut niveler, et que le rayon visuel de l'observateur passe au-dessus de ces deux points, on n'a d'abord aucune correction à faire aux deux cotes trouvées ; si l'on soustrait ensuite la plus petite de la plus grande, le reste apprendra de combien le point auquel*

correspond la plus grande cote est plus bas que l'autre.

Lorsqu'on place au contraire son niveau sur l'un des points extrêmes de la ligne qu'on veut niveler, par exemple, sur le point A, *on retranchera de la cote correspondante au point* B *la correction donnée par la table pour la distance* AB, *avant de soustraire la plus petite cote de la plus grande.*

Enfin, si l'on place l'instrument au point D *situé à une distance inégale des deux points* A *et* B, *mais beaucoup plus près du point* A *que du point* B, *il faudra, avant de soustraire la plus petite cote de la plus grande, retrancher de la cote correspondante au point* B *le plus éloigné du niveau, la différence des corrections données par la quatrième colonne de la table pour les distances* DA *et* DB.

USAGE DE LA TABLE.

18. Je suppose que AGB = 300 mètres (Pl. I, fig. 5), et qu'on veuille connoître

la hauteur du niveau apparent à cette distance.

Je cherche 300 dans la première colonne, et le nombre 0,0071, qui lui répond dans la seconde colonne, sera la hauteur du niveau apparent.

Si je veux avoir l'abaissement causé par la réfraction à cette distance, je trouverai 0,0011 dans la troisième colonne.

Si je veux enfin connoître la différence entre la hauteur du niveau apparent et l'abaissement causé par la réfraction à cette distance, je prendrai le nombre 0,0059 dans la quatrième colonne.

19. Je suppose maintenant que AGB = 303 mètres, quantité comprise entre deux nombres de la première colonne.

Si je veux avoir la hauteur du niveau apparent à cette distance, je prendrai la différence des nombres 0,0071 et 0,0080 correspondans dans la seconde colonne, l'un à 300 mètres, et l'autre à 320 mètres; cette différence est égale à 0,0009 ; j'en prends les $\frac{3}{20}$, et j'ai 0,000135 que j'ajoute à 0,0071,

et la somme 0,0072 est la hauteur du niveau apparent demandée.

Je prendrai pareillement la différence 0,0002 des nombres 0,0011 et 0,0013 qui correspondent dans la troisième colonne à 300 et à 320 ; j'en prends les $\frac{3}{20}$, qui sont égaux à 0,^{mt}00003; j'ajoute cette quantité à 0,0011, et la somme 0,0011 sera l'abaissement causé par la réfraction, à la distance de 303 mètres.

Je prendrai ensuite la différence 0,0009 des nombres 0,0059 et 0,0068 qui correspondent dans la quatrième colonne à 300 et à 320; j'en prends les $\frac{3}{20}$ qui sont égaux à 0,000135; j'ajoute cette quantité à 0,0059, et la somme 0,0060 est égale à l'excès de la hauteur du niveau apparent sur l'abaissement causé par la réfraction, pour la distance de 303 mètres.

20. Je suppose maintenant que AGB = 12000 mètres, nombre qui surpasse les limites de notre table, qui ne s'étend que jusqu'à 10000 mètres ; je pourrois faire usage de certains nombres de la table pour déter-

miner

miner la hauteur du niveau apparent à cette distance ; mais je l'obtiendrai avec plus d'approximation et tout aussi simplement de la manière suivante.

Je multiplie le quarré de la distance donnée par le nombre constant 0,00000 00785 39816, et le produit 11,310 (en ne conservant que trois décimales) sera la hauteur du niveau apparent.

Pour avoir maintenant l'abaissement causé par la réfraction, je multiplie la hauteur du niveau apparent trouvée par 0,16, et le produit 1,8096 sera l'abaissement demandé.

Si l'on soustrait ce dernier nombre 1,8096 de celui 11,310, le reste 9,5004 sera égal à l'excès de l'élévation du niveau apparent sur l'abaissement causé par la réfraction.

21. Si l'on veut abréger l'opération que nous avons faite pour obtenir la hauteur du niveau apparent à la distance de 12000 mèt., on ajoutera le logarithme constant $\overline{8},895090$ au double du logarithme de la distance donnée, et l'on aura le logarithme de la hauteur cherchée.

Opération.

Le logarithme de 12000 (tables de l'abbé Marie) est égal à 4,079181

Le double est donc 8,158362

$\bar{8}$,895090

1,053452

Je cherche le nombre qui répond à ce logarithme avec une caractéristique augmentée de trois unités : le logarithme qui approche le plus, dans les tables, de 4,053452 est 4,053463, et 11310 est le nombre qui répond à ce logarithme. Comme j'ai ajouté trois unités à la caractéristique, je sépare les trois derniers chiffres, et j'ai 11,310 pour le nombre cherché.

Je multiplie ensuite 11,310 par 0,16, et j'ai l'abaissement causé par la réfraction à la distance de 12000 mètres, etc.

***TABLE** des hauteurs du Niveau apparent au-dessus du Niveau vrai, et des Abaissemens causés par la Réfraction, depuis la distance de 20 mètres jusqu'à celle de 10000.*

DISTANCE en MÈTRES.	Élévation du Niveau apparent au-dessus du Niveau vrai.	Abaissement causé par la Réfraction.	EXCÈS de l'Elévation du Niveau apparent au-dessus du Niveau vrai, sur l'Abaissement causé par la Réfraction.
mt	mt	mt	mt
0	0,0000	0,0000	0,0000
20	0,0000	0,0000	0,0000
40	0,0001	0,0000	0,0001
60	0,0003	0,0000	0,0002
80	0,0005	0,0001	0,0004
100	0,0008	0,0001	0,0007
120	0,0011	0,0002	0,0009
140	0,0015	0,0002	0,0013
160	0,0020	0,0003	0,0017
180	0,0025	0,0004	0,0021
200	0,0031	0,0005	0,0026
220	0,0038	0,0006	0,0032
240	0,0045	0,0007	0,0038
260	0,0053	0,0008	0,0045
280	0,0062	0,0010	0,0052
300	0,0071	0,0011	0,0059
320	0,0080	0,0013	0,0067
340	0,0091	0,0014	0,0076

SUITE de la Table.

DISTANCE en MÈTRES.	Elévation du Niveau apparent au-dessus du Niveau vrai.	Abaissement causé par la Réfraction.	EXCÈS de l'Elévation du Niveau apparent au-dessus du Niveau vrai, sur l'Abaissement causé par la Réfraction.
	mt	mt	mt
360	0,0102	0,0016	0,0085
380	0,0113	0,0018	0,0095
400	0,0126	0,0020	0,0106
420	0,0138	0,0022	0,0116
440	0,0152	0,0024	0,0128
460	0,0166	0,0027	0,0140
480	0,0181	0,0029	0,0152
500	0,0196	0,0031	0,0165
520	0,0212	0,0034	0,0178
540	0,0229	0,0037	0,0192
560	0,0246	0,0039	0,0207
580	0,0264	0,0042	0,0222
600	0,0283	0,0045	0,0237
620	0,0302	0,0048	0,0254
640	0,0322	0,0051	0,0270
660	0,0342	0,0055	0,0287
680	0,0363	0,0058	0,0305
700	0,0385	0,0062	0,0323
720	0,0407	0,0065	0,0342
740	0,0430	0,0069	0,0361
760	0,0454	0,0073	0,0381
780	0,0478	0,0076	0,0401

SUITE de la Table.

DISTANCE en MÈTRES.	Elévation du Niveau apparent au-dessus du Niveau vrai.	Abaissement causé par la Réfraction.	EXCÈS de l'Élévation du Niveau apparent au-dessus du Niveau vrai, sur l'Abaissement causé par la Réfraction.
	mt	mt	mt
800	0,0503	0,0080	0,0422
820	0,0528	0,0084	0,0444
840	0,0554	0,0089	0,0465
860	0,0581	0,0093	0,0488
880	0,0608	0,0097	0,0511
900	0,0636	0,0102	0,0534
920	0,0665	0,0106	0,0558
940	0,0694	0,0111	0,0583
960	0,0724	0,0116	0,0608
980	0,0754	0,0121	0,0634
1000	0,0785	0,0126	0,0660
1020	0,0817	0,0131	0,0686
1040	0,0849	0,0136	0,0714
1060	0,0882	0,0141	0,0741
1080	0,0916	0,0147	0,0769
1100	0,0950	0,0152	0,0798
1120	0,0985	0,0158	0,0828
1140	0,1021	0,0163	0,0857
1160	0,1057	0,0169	0,0888
1180	0,1094	0,0175	0,0919
1200	0,1131	0,0181	0,0950
1220	0,1169	0,0187	0,0982

SUITE de la Table.

DISTANCE en MÈTRES.	Elévation du Niveau apparent au-dessus du Niveau vrai.	Abaissement causé par la Réfraction.	EXCÈS de l'Elévation du Niveau apparent au-dessus du Niveau vrai, sur l'Abaissemen causé par la Réfraction.
	mt	mt	mt
1240	0,1208	0,0193	0,1014
1260	0,1247	0,0199	0,1047
1280	0,1287	0,0206	0,1081
1300	0,1327	0,0212	0,1115
1320	0,1368	0,0219	0,1150
1340	0,1410	0,0226	0,1185
1360	0,1453	0,0232	0,1220
1380	0,1496	0,0239	0,1256
1400	0,1539	0,0246	0,1293
1420	0,1584	0,0253	0,1330
1440	0,1629	0,0261	0,1368
1460	0,1674	0,0268	0,1406
1480	0,1720	0,0275	0,1445
1500	0,1767	0,0283	0,1484
1520	0,1815	0,0290	0,1524
1540	0,1863	0,0298	0,1565
1560	0,1911	0,0306	0,1605
1580	0,1961	0,0314	0,1647
1600	0,2011	0,0322	0,1689
1620	0,2061	0,0330	0,1731
1640	0,2112	0,0338	0,1774
1660	0,2164	0,0346	0,1818

SUITE de la Table.

DISTANCE en MÈTRES.	Elévation du Niveau appparent au-dessus du Niveau vrai.	Abaissement causé par la Réfraction.	EXCÈS de l'Elévation du Niveau apparent au-dessus du Niveau vrai, sur l'Abaissement causé par la Réfraction.
	mt	mt	mt
1680	0,2217	0,0355	0,1862
1700	0,2270	0,0363	0,1907
1720	0,2323	0,0372	0,1952
1740	0,2378	0,0380	0,1997
1760	0,2433	0,0389	0,2044
1780	0,2488	0,0398	0,2090
1800	0,2545	0,0407	0,2137
1820	0,2602	0,0416	0,2185
1840	0,2659	0,0425	0,2234
1860	0,2717	0,0435	0,2282
1880	0,2776	0,0444	0,2332
1900	0,2835	0,0454	0,2382
1920	0,2895	0,0463	0,2432
1940	0,2956	0,0473	0,2483
1960	0,3017	0,0483	0,2534
1980	0,3079	0,0493	0,2586
2000	0,3142	0,0503	0,2639
2100	0,3464	0,0554	0,2909
2200	0,3801	0,0608	0,3193
2300	0,4155	0,0665	0,3490
2400	0,4524	0,0724	0,3800
2500	0,4909	0,0785	0,4123

SUITE de la Table.

DISTANCE en MÈTRES.	Elévation du Niveau apparent au-dessus du Niveau vrai.	Abaissement causé par la Réfraction.	EXCÈS de l'Elévation du Niveau apparent au-dessus du Niveau vrai, sur l'Abaissement causé par la Réfraction.
	mt	mt	mt
2600	0,5309	0,0849	0,4460
2700	0,5726	0,0916	0,4809
2800	0,6157	0,0985	0,5172
2900	0,6605	0,1057	0,5548
3000	0,7069	0,1131	0,5938
3100	0,7548	0,1208	0,6340
3200	0,8042	0,1287	0,6756
3300	0,8553	0,1368	0,7184
3400	0,9079	0,1453	0,7626
3500	0,9621	0,1539	0,8082
3600	1,0179	0,1629	0,8550
3700	1,0752	0,1720	0,9032
3800	1,1341	0,1815	0,9527
3900	1,1946	0,1911	1,0035
4000	1,2566	0,2011	1,0556
4100	1,3202	0,2112	1,1090
4200	1,3854	0,2217	1,1638
4300	1,4522	0,2323	1,2198
4400	1,5205	0,2433	1,2772
4500	1,5904	0,2545	1,3360
4600	1,6619	0,2659	1,3960
4700	1,7349	0,2776	1,4573

SUITE de la Table.

DISTANCE en MÈTRES.	Élévation du Niveau apparent au-dessus du Niveau vrai.	Abaissement causé par la Réfraction.	EXCÈS de l'Elévation du Niveau apparent au-dessus du Niveau vrai, sur l'Abaissement causé par la Réfraction.
	mt	mt	mt
4800	1,8096	0,2895	1,5200
4900	1,8857	0,3017	1,5840
5000	1,9635	0,3142	1,6493
5100	2,0428	0,3268	1,7160
5200	2,1237	0,3398	1,7839
5300	2,2062	0,3530	1,8532
5400	2,2902	0,3664	1,9238
5500	2,3758	0,3801	1,9957
5600	2,4630	0,3941	2,0689
5700	2,5518	0,4083	2,1435
5800	2,6421	0,4227	2,2193
5900	2,7340	0,4374	2,2965
6000	2,8274	0,4524	2,3750
6100	2,9225	0,4676	2,4549
6200	3,0191	0,4830	2,5360
6300	3,1172	0,4988	2,6185
6400	3,2170	0,5147	2,7023
6500	3,3183	0,5309	2,7874
6600	3,4212	0,5474	2,8738
6700	3,5256	0,5641	2,9615
6800	3,6317	0,5811	3,0506
6900	3,7393	0,5983	3,1410

SUITE de la Table.

DISTANCE en MÈTRES.	Elévation du Niveau apparent au-dessus du Niveau vrai.	Abaissement causé par la Réfraction.	EXCÈS de l'Elévation du Niveau apparent au-dessus du Niveau vrai, sur l'Abaissement causé par la Réfraction.
	mt	mt	mt
7000	3,8484	0,6157	3,2327
7100	3,9592	0,6335	3,3257
7200	4,0715	0,6514	3,4201
7300	4,1854	0,6697	3,5157
7400	4,3008	0,6881	3,6127
7500	4,4179	0,7069	3,7110
7600	4,5365	0,7258	3,8106
7700	4,6566	0,7451	3,9116
7800	4,7784	0,7645	4,0138
7900	4,9017	0,7843	4,1174
8000	5,0265	0,8042	4,2223
8100	5,1530	0,8245	4,3285
8200	5,2810	0,8450	4,4360
8300	5,4106	0,8657	4,5449
8400	5,5418	0,8867	4,6551
8500	5,6745	0,9079	4,7666
8600	5,8088	0,9294	4,8794
8700	5,9447	0,9511	4,9935
8800	6,0821	0,9731	5,1090
8900	6,2211	0,9954	5,2258
9000	6,3617	1,0179	5,3438
9100	6,5039	1,0406	5,4123

SUITE de la Table.

DISTANCE en MÈTRES.	Elévation du Niveau apparent au-dessus du Niveau vrai.	Abaissement causé par la Réfraction.	EXCÈS de l'Élévation du Niveau apparent au-dessus du Niveau vrai, sur l'Abaissement causé par la Réfraction.
	mt	mt	mt
9200	6,6476	1,0636	5,5840
9300	6,7929	1,0869	5,7060
9400	6,9398	1,1104	5,8294
9500	7,0882	1,1341	5,9541
9600	7,2382	1,1581	6,0801
9700	7,3898	1,1824	6,2074
9800	7,5430	1,2069	6,3361
9900	7,6977	1,2316	6,4661
10000	7,8540	1,2566	6,5973

Nota. Cette Table est extraite d'une autre, dont les nombres des deuxième, troisième et quatrième colonnes ont été calculés jusqu'à dix décimales.

CHAPITRE II.

Description de quelques instrumens en usage pour niveler.

22. Le plus simple de tous les niveaux est, comme nous l'avons déjà dit, le niveau d'eau (Pl. I, fig. 3). Nous avons donné la description de cet instrument, dans le chapitre précédent ; nous nous contenterons donc d'ajouter ici quelques observations sur ce niveau.

23. Il faut avoir soin de bien faire sortir les bulles d'air qui restent quelquefois cantonnées dans l'eau qui remplit cet instrument. Pour cet effet, on fermera l'une des extrémités avec le bouchon Q, et l'on penchera le cylindre RS du côté du point S, de manière que ce cylindre devienne presque vertical : les bulles qui se trouveront logées dans l'eau, s'élèveront par ce moyen, et s'échapperont.

24. Il faut que le niveleur place son œil

à une certaine distance du tube le plus voisin de lui, comme à 5, 6, 8 et même 20 décimètres, suivant la nature de sa vue, afin de rendre son rayon visuel tangent au sommet des deux onglets formés au pourtour des deux tubes à la surface de l'eau.

25. Lorsque deux niveleurs appliquent successivement l'œil au niveau d'eau, il est rare que le rayon visuel de chacun d'eux aboutisse au même point de la mire ; l'un voit presque toujours plus bas que l'autre. S'il arrivoit donc que deux personnes nivelassent alternativement, il faudroit que le même observateur eût le soin de niveler les deux termes de chaque station où il auroit commencé à opérer.

26. Il est inutile de placer le niveau d'eau au point X (Pl. I, fig. 9) milieu de la droite YZ, qui joint les points Y et Z ; il suffit de le placer à un point D tel que la distance DY = DZ, et cela, parce que les différentes surfaces horizontales que l'on obtient, en faisant tourner successivement l'instrument sur son pied, sont toutes dans un même

plan, pourvu toutefois que le diamètre intérieur des deux tubes de verre soit égal. Nous démontrerons cette proposition dans le traité complet que nous avons promis dans notre préface.

27. Comme on ne peut niveler à plus de 50 mètres, d'un seul coup, avec le niveau d'eau, il suit de là que, lors même qu'on place cet instrument sur l'un des deux points qu'on nivelle, on n'a besoin de faire aucune correction, parce que l'erreur provenant du niveau apparent et de la réfraction, est, pour ainsi dire, nulle, à la distance de 50 mètres. Nous conseillons cependant de mettre toujours l'instrument à peu près au milieu des deux points sur lesquels on opère, vu qu'on nivelle, par ce moyen, un espace double, et qu'il en résulte encore d'autres avantages.

28. Le niveau d'eau est un instrument qui coûte peu dans ce moment (1). Il n'a pas besoin de vérification : on peut le faire

(1) Il se vend à Paris, 12 francs; le trépied 12 à 14 fr.

construire ou réparer dans les plus petites villes de l'Empire.

D'un autre côté, on ne peut donner que de très-petits coups avec ce niveau ; ce qui multiplie les erreurs. Il faut, en outre, qu'il ne fasse point de vent, pour pouvoir opérer avec certitude au moyen de cet instrument; car, si l'air est un peu fortement agité, on ne peut être assuré de la justesse des coups de niveau, à cause du balancement qu'éprouvent les deux surfaces de l'eau.

29. Il faut aussi avoir une bonne vue. J'ai connu des personnes qui avoient la vue foible, et qui se servoient néanmoins du niveau d'eau; mais elles avoient recours à une lunette d'approche qu'elles appuyoient sur un bâton, pour la rendre stable.

On pourroit encore empêcher que le rayon visuel ne fût croisé, sur une certaine longueur, par les rayons de lumière réfléchis par les objets environnans, en le recevant dans l'oeil à travers un rouleau de papier ou un canon de lunette sans verres.

Au reste, si l'on a la vue foible, et qu'on ne puisse se servir d'une lunette d'approche, on peut avoir recours à l'expédient suivant. J'ai connu un ingénieur qui fut chargé de faire un nivellement dans un pays de montagnes, où l'on ne pouvoit employer que le niveau d'eau, à cause de la rapidité de la pente du terrein. Cet ingénieur n'étoit pas jeune, et n'avoit plus la vue aussi bonne qu'à vingt ans. Que fit-il ? Parmi les manœuvres qui étoient à son service, il distingua un jeune paysan intelligent qui avoit la vue excellente. En une demi-journée il lui apprit à bornoyer au niveau. Il commença ensuite son opération, et lui fit donner tous les coups de niveau ; il se chargea seulement d'indiquer les points où il convenoit de placer l'instrument et la mire, de dessiner la minute, et de veiller à ce qu'il ne se commît aucune erreur. Ce jeune paysan donnoit ses coups de niveau avec la plus grande précision : il est vrai qu'il prenoit un soin extrême pour opérer avec justesse, parce qu'il étoit fier de se voir chargé d'une fonction

ſonction qu'il n'avoit jamais vu remplir que par des ingénieurs, et qu'il craignoit de la perdre s'il venoit à se tromper. L'ingénieur qui m'a raconté ce fait, m'a dit que lorsqu'il recommença son nivellement, afin de s'assurer de son exactitude, il ne trouva qu'une très-petite différence entre le premier et le second résultat. Je crois que cet exemple est bon à suivre. Ce paysan ne connoissoit point l'esprit de l'opération qu'on lui faisoit faire; il étoit, pour ainsi dire, la lunette d'approche, ou plutôt l'œil de celui qui l'avoit formé. De son côté, l'ingénieur étoit occupé tout entier à diriger son nivellement, puisqu'il n'étoit pas obligé de se fatiguer à viser au milieu de la mire.

30. On fait aussi des niveaux d'eau en cuivre, qui se démontent en cinq parties, et qui se renferment dans une boîte. Ces niveaux sont extrêmement commodes; mais ils ne se construisent guère que dans la capitale, et coûtent 100 à 110 francs.

Description d'une mire.

51. Lorsqu'on veut niveler deux points Y et Z (Pl. I, fig. 3), on fait mesurer d'abord (1) l'intervalle YZ qui les sépare, établir son instrument en X, à une distance à peu près égale de ces deux points, et tenir un bâton verticalement en Y; le niveleur place alors son œil en I, dirige son rayon visuel en *a*, et fait mesurer, sous ses yeux, la dimension *a* Y qu'il écrit au crayon ou à l'encre sur un petit registre ou carnet destiné à cet usage. Le manœuvre qui étoit au point Y transporte ensuite son bâton en Z, où il le tient verticalement, pendant que le niveleur place son œil en H, et dirige son rayon visuel en *e*. Il fait mesurer de même, sous ses yeux, la longueur *e* Z, et il l'écrit pareil-

(1) Lorsqu'on place son niveau à une distance égale des deux points qu'on veut niveler, il est inutile de connoître la longueur de l'intervalle qui sépare ces deux points, pour déterminer leur différence de niveau; on ne fait mesurer cet intervalle, que parce qu'on est obligé de savoir quelle est la pente du terrein qu'on nivelle sur une longueur donnée.

lement sur le petit registre dont nous venons de parler Les points *e* et *a* étant de niveau (15), il est évident que le point Y sera plus bas que le point Z (17) de tout l'excès de *a*Y sur *e*Z.

52. On voit qu'on emploieroit un certain temps à mesurer, à chaque station, les différens espaces *a* Y, et *e* Z compris entre les rayons visuels et les points qu'on veut niveler, et qu'en répétant souvent des mesures de cette sorte, on courroit les risques de se tromper. Pour obvier à cet inconvénient, on prend un linteau de bois bien droit, ou même une perche qu'on divise soi-même en décimètres et en centimètres. On marque les décimètres des numéros 1, 2, 3, etc.; on prend ensuite deux morceaux de carton, de forme rectangulaire, qui ont chacun 25 centimètres de largeur environ, sur 16 centimètres de hauteur. On les coud ensemble, de manière cependant à pouvoir introduire un petit bâton entre les deux. On divise chacun de ces cartons en deux parties égales par une ligne horizontale; on

laisse l'une de ces parties blanche, et l'on noircit l'autre. On introduit ensuite un petit bâton entre les deux, de manière que la direction de ce bâton soit perpendiculaire à la ligne qui divise les faces extérieures de ces cartons en deux parties égales, et ce carton prend alors le nom de *voyant*. Cela posé, lorsqu'on veut niveler deux points Y et Z, un homme place la perche ou linteau divisé en décimètres et en centimètres, verticalement au point Y, où il le tient d'une main, pendant qu'il applique, de l'autre main, le voyant contre cette perche, et il le fait monter ou descendre, à la volonté du niveleur, le long de ce linteau qui, se trouvant divisé d'avance, donne de suite la longueur de la dimension *a* Y sans qu'on ait besoin de la mesurer.

33. On se sert plus souvent encore, pour le même objet, d'une mire (Pl. I, fig. 10) qui aura été faite avec soin par un menuisier adroit, sous la direction d'un fabricateur d'instrumens de mathématiques. Elle est composée d'une pièce de bois de sapin ou de

noyer bien sec IHAZ, de 2 mètres de hauteur sur 27 à 50 millimètres d'équarrissage (12 à 20 lignes), dont le plan est BCDE (fig. 11); on y pratique une rainure GH (fig. 10), dans laquelle on fait monter et descendre, à volonté, une languette à laquelle on donne aussi 2 mètres de hauteur, et dont le plan est RSF (fig. 12). Au haut de cette languette est fixé, à angles droits, un rectangle en fer-blanc ou en tôle MLNK, de 20 centimètres de hauteur, sur 28 centimètres de largeur, divisé par la droite RU, parallèle aux droites ML, KN, en deux compartimens, l'un noir MU et l'autre blanc KU (1).

La tranche de la mire qui répond au côté BC du plan, est divisée en vingt parties égales, dont chacune équivaut, par conséquent, à un décimètre (fig. 14); le vingtième décimètre est divisé en dix parties égales, qui équivalent chacune à un centimètre.

---

(1) Lorsqu'on nivelle avec un niveau à bulle d'air et à lunette, alors le voyant de la mire est divisé en quatre compartimens, deux blancs et deux noirs, qui se coupent en un point E, au milieu du voyant (Pl. I, fig. 13).

Les divisions sont numérotées ainsi qu'on le voit.

La tranche qui répond au côté DE est divisée pareillement en vingt décimètres (Pl. I, fig. 15); mais chaque décimètre est divisé en dix centimètres. Cette tranche est numérotée ainsi qu'on le voit (fig. 15).

La languette (fig. 10), est aussi divisée en vingt parties égales, dont le rectangle MLNK en occupe deux. Les dix-huit autres sont divisées chacune en dix centimètres. La languette est numérotée ainsi qu'on le voit.

34. Si la ligne de visée RU se trouve à plus de 2 mètres au-dessus du pied de la mire, et que la languette, après qu'on a donné son coup de niveau, soit placée de manière que le numéro 21 (fig. 10) soit au-dessus de la tête HA de la mire, et qu'il y ait en outre deux subdivisions au-dessus de AG, plus une fraction de centimètre, j'écrirai d'abord les 21 que je vois marqués, et j'ajouterai 2 à la suite; ce qui me donne déjà 212 centimètres. Je me servirai ensuite

d'un double décimètre en cuivre ou en ivoire, divisé en millimètres, pour mesurer la fraction de centimètre ; ou bien encore on prendroit, à la tête de la mire, un espace H *i* égal à un centimètre qu'on divisera en dix millimètres ; et c'est à l'aide de ces subdivisions que l'on déterminera quel est le nombre de millimètres à ajouter aux centimètres indiqués par la languette. Je suppose qu'en usant de l'un de ces moyens on ait trouvé 3 millimètres, je les écris à la suite des 212 centimètres ; ce qui me donnera 2123 millimètres, ou 2,^{mt}123.

Si la ligne de visée RU n'étoit pas à 19 décimètres au-dessus du pied de la mire, je retournerois la mire de haut en bas, et un style (1) qui correspond, derrière la pièce de fer-blanc, à la division RU, m'indique-

---

(1) Si l'on veut compter la cote indiquée par la mire à partir du bas du voyant, alors on n'a pas besoin d'avoir de style derrière le voyant. On n'en viseroit pas moins au milieu du voyant ; seulement chaque cote se trouveroit diminuée d'une même quantité qui seroit égale à la moitié de la hauteur du voyant.

roit sur la tranche, dont le plan est DE, la cote qu'il faut écrire.

35. Cette mire est on ne peut plus commode, et je la regarde même comme indispensable, lorsqu'on se sert du niveau d'eau. Comme on ne peut, avec cet instrument, niveler que deux points éloignés de 100 mètres au plus l'un de l'autre, on est obligé de faire un grand nombre de stations, lorsqu'on a une ligne d'un certaine longueur à niveler. Il est donc avantageux d'avoir une mire sur laquelle les numéros soient écrits en assez gros caractères, pour qu'on puisse les apercevoir d'un peu loin. Cette mire coûteroit 40 à 46 francs, à Paris, et l'on peut la faire fabriquer dans les départemens. Elle est très-légère, et quoiqu'elle n'ait que deux mètres de hauteur, on peut, au moyen de la languette, l'allonger jusqu'à 38 décimètres. J'oubliois de dire qu'à la languette sont adaptées deux vis, l'une en *v* et l'autre en *x* (Pl. I, fig. 10), au moyen desquelles on peut la fixer, lorsque le milieu du voyant est à l'extrémité du rayon visuel du niveleur.

Description et usage du niveau à bulle d'air et à lunette de M. de Chézy (1).

36. Cet instrument est composé d'un niveau à bulle d'air A (Pl. II, fig. 16), construit avec les précautions que nous indiquerons dans le traité que nous ferons paroître. Ce *niveau* (2) est fixé au-dessous d'une lunette

---

(1) Voici ce qu'on lit dans l'édition du Traité de nivellement de M. l'abbé Picard, imprimé en 1780, page 187. « *Le niveau d'eau à bulle d'air* est aujour-» d'hui, parmi tous les niveaux antérieurement connus, » celui qui est le plus en usage dans l'école des ponts et » chaussées, depuis qu'il a été si ingénieusement perfec-» tionné par M. de Chézy, directeur de cette école.

» Il est composé d'une petite lunette d'approche ordi-» naire d'environ un pied et demi de longueur, d'un » petit tube de verre où surnage une forte bulle d'air, » et d'un pied propre à lui donner tous les mouvemens » nécessaires à sa vérification et à sa destination : on le » trouvera à Paris, chez Lennel, artiste habile, à l'ex-» trémité du Pont-neuf, du côté de la Samaritaine. Le » prix est d'environ 360 livres.

(2) Lorsque nous entendrons par *niveau* le niveau à bulle d'air A, nous écrirons ce mot en lettres italiques; et lorsque nous voudrons parler de l'instrument entier, nous écrirons le mot niveau en caractères ordinaires.

achromatique BH en *b* (Pl. II, fig. 16 et 23), au moyen d'une écharpe à charnière, et en *c* (fig. 16), au moyen d'un piton à vis; de sorte que ce *niveau* est mobile autour de la charnière, et qu'on peut l'approcher ou l'écarter de la lunette, à l'aide du tournevis représenté par la figure 24, suivant qu'on le tourne dans un sens ou dans un autre.

37. Ce niveau est composé en outre d'une règle CD, qui a ordinairement 29 à 32 centimètres de long (11 à 12 pouces), aux deux extrémités de laquelle s'élèvent, d'équerre, deux supports en cuivre CT, DU (fig. 16 et 23), qui offrent chacun une ouverture mi-circulaire, propre à recevoir la lunette. À chacun des montans est assemblé, à charnière, une espèce de collier UX, *tf* (fig. 16 et 23), qui sert à recouvrir la lunette et à la retenir, au moyen des vis *d* et *f*, qu'on peut ôter et remettre à volonté, et qui sont attachées à chaque collier avec de petits cordonnets de soie. On peut ouvrir ces deux colliers, enlever la lunette, et la retourner bout pour bout. Comme la lunette a une

figure régulière, et qu'elle a le même diamètre dans les deux parties où elle est embrassée par les collets des deux supports, qui sont parfaitement égaux, elle est toujours située semblablement, par rapport à la règle CD, dans quelque position qu'on la mette.

38. La lunette d'approche HB appliquée à ce niveau, est une lunette achromatique, c'est-à-dire, dont les rayons ne doivent point avoir de couleurs ou d'iris. L'objectif (Pl. II, fig. 19 et 21) est composé de deux verres 1 et 2; l'un convexe 1, de verre commun, est placé du côté de l'objet; l'autre concave 2, de cristal d'Angleterre, beaucoup plus dense que le premier, est placé du côté de l'oculaire. On remplit ordinairement le très-petit espace qui règne entre ces deux verres avec un vernis transparent, qui finit le plus souvent par se gercer; de sorte qu'il vaudroit mieux, je crois, n'interposer aucune matière entre ces deux verres.

39. L'oculaire est composé de deux verres convexes, l'un en 3 (fig. 19 et 20), et l'au-

tre en 4. Ces deux verres sont fixés dans un tuyau particulier 5 qu'on peut avancer ou reculer à volonté.

40. Entre le verre moyen et l'objectif sont en 6 deux fils de soie qui se coupent à angles droits en un point *o* (Pl. II, fig. 18), et qui sont placés à peu près au foyer de l'objectif. Ils sont attachés à un cercle de métal *bgt* d'une construction très-ingénieuse, et placés dans le tuyau particulier 7 (Pl. II, fig. 19 et 20). On peut changer la position du point d'intersection *o*, à l'aide du tournevis représenté par la figure 24. On peut aussi avancer et reculer d'une certaine quantité le tuyau 7, et par conséquent les soies qui y sont fixées.

41. Soit un objet MN (fig. 19) très-éloigné; les rayons parallèles, partis de cet objet, vont, en se croisant par la réfraction qu'ils éprouvent à l'entrée et à la sortie de l'objectif, former au foyer *o* une image de l'objet MN; de là, tombant sur l'oculaire 4, ils en sortent parallèles, et vont rencontrer l'oculaire 3; ils en sortent convergens au

foyer de cette lentille, auquel il faut que le niveleur place son œil, pour voir l'image de l'objet MN.

42. Veut-on viser à un objet MN? On commence par tirer le tuyau 3, jusqu'à ce qu'on aperçoive les soies le plus clairement possible ; on tire ensuite les tuyaux 3 et 4 comme s'ils n'en faisoient qu'un, jusqu'à ce qu'on aperçoive l'objet MN très-nettement.

43. La partie de l'instrument TCIKDU (PL. II, fig. 16) est embrassée par deux joues ER, entre lesquelles elle peut se mouvoir autour d'un axe placé au point R. L'arc IK est denté extérieurement, et en tournant la vis sans fin Z, on peut faire avancer le système TCIKDU à droite et à gauche de la perpendiculaire EF au plan *rpq* (Pl. II, fig. 16, 17 et 22).

44. La tige ES (fig. 16) s'introduit dans le trou E (fig. 17 et 22) du trépied. Le plan *rpq* de la base de l'instrument (fig. 16) s'applique sur le plan *rpq* (PL. II, fig. 17) adapté au trépied (Pl. II, fig. 22). On peut faire tourner l'instrument avec la main, au-

tour de la perpendiculaire ERF, sur le plan *rp q*, et le mouvement qu'on lui donne de cette manière se nomme le *mouvement prompt*. Veut-on que le mouvement prompt ne puisse plus avoir lieu? on serre la vis V (Pl. II, fig. 17 et 22) qui fait sortir un collier de cuivre *i* (fig. 17); ce collier fixe la tige S, en venant s'appliquer contre elle, et l'empêche de recevoir aucune impression étrangère. Si l'on a besoin ensuite de communiquer un léger mouvement à l'instrument, on tourne la vis P (Pl. II, fig. 16 et 23) qui s'engrène dans les dents *s*. Je crois que l'on pourroit sans inconvénient supprimer, dans ce niveau, tout ce qui a rapport au mouvement lent; cette suppression simplifieroit beaucoup cet instrument, et le rendroit par conséquent moins cher.

Opérations qu'on est obligé de faire avant d'employer le niveau à bulle d'air et à lunette *que nous décrivons.*

45. On établira cet instrument sur un terrein bien ferme, car si on le plaçoit sur une plate-forme tremblante, lorsqu'il seroit disposé de manière que la bulle seroit au milieu du *niveau*, la bulle changeroit de place au moindre mouvement que feroit le niveleur.

46. On fera l'opération que nous avons indiquée à l'article 42.

47. On s'occupera à vérifier si la lunette est bien centrée, c'est-à-dire, si l'axe optique G*o* (Pl. II, fig. 19), passant par le centre de l'oculaire et par la croisée *o* des filets, se confond avec l'axe du cylindre ou du canon de la lunette. Pour cet effet, supposons que la lunette soit placée de manière que la vis H soit en dessus (Pl. II, fig. 16), on mirera une ligne horizontale quelcon-

que (1) située à 2, 3 ou 400 mètres du niveleur, et placée de manière que le fil horizontal du réticule la couvre. On fera faire ensuite une demi-révolution à la lunette, de sorte que la vis H qui étoit en dessus se trouve en dessous : on mirera ensuite la même ligne horizontale; si le fil horizontal ne la couvre pas, c'est une preuve qu'il est trop haut ou trop bas d'une certaine quantité. On lui fera faire la moitié du chemin, à l'aide du tournevis que l'on enfoncera dans la tête de la vis H, et l'on fera faire l'autre moitié à la ligne horizontale RU que l'on fera abaisser ou élever d'une quantité convenable par le porte-mire; on répétera ces opérations jusqu'à ce que le fil horizontal couvre parfaitement la ligne horizontale, avant et après le *retournement* de la lunette.

L'observateur mirera ensuite une ligne verticale (2) placée de manière que le fil

(1) La ligne horizontale RU du voyant (Pl. I, fig. 13) sert ordinairement à cet usage.

(2) La verticale ST du voyant (Pl. I, fig. 13) sert ordinairement de ligne de visée pour cet objet.

vertical du réticule la couvre; on retournera ensuite la lunette, en sorte que la vis H′ se trouve au point diamétralement opposé à celui où elle est maintenant, et l'on mirera de nouveau la verticale ST; si le fil vertical ne la couvre plus, c'est une preuve qu'il est trop sur la droite ou sur la gauche; on lui fera faire la moitié du chemin, au moyen de la vis H′, et l'on fera parcourir l'autre moitié du chemin à la verticale S T, en changeant la mire de place : on répétera cette opération, jusqu'à ce que le fil vertical couvre la ligne verticale ST, avant et après le *retournement* de la lunette.

48. Pour s'assurer maintenant si, après l'opération que nous venons de décrire, la lunette est bien centrée, on mirera un point quelconque M (1), la lunette étant dans une position quelconque. On fera tourner ensuite la lunette autour de G*o*, comme axe, sur

---

(1) Le point E, formé par l'intersection des deux lignes qui se coupent à angles droits sur le voyant de la mire, sert ordinairement de point de visée pour cet objet.

les supports mi-circulaires qui la tiennent embrassée, et l'on verra si le rayon visuel qui passe par l'intersection des deux fils en croix, aboutit toujours au même point M; si cette condition n'est pas remplie, c'est une preuve que le rayon visuel, passant par l'intersection des deux fils en croix, ne rencontre pas l'objectif à son centre. En effet si, la lunette étant dans une position, le rayon G *o* aboutit au point M, et qu'après avoir fait faire une demi-révolution à la lunette autour de l'axe G *o*, le rayon G *o* aille rencontrer le point N, situé au-dessous du point M, c'est une preuve que l'axe optique coupe l'objectif, dans la première position de la lunette, en un point *u*, situé au-dessus du centre *c* de l'objectif, et qu'il coupe l'objectif, dans la seconde position de la lunette, en un point u' situé au-dessous du centre *c* de l'objectif, ce qui est évident. Alors, au moyen du tournevis (PL. II, fig. 24), et du méchanisme ingénieux auquel les filets sont fixés, on changera la position de la croisée des filets, et l'on répétera l'é-

preuve dont nous venons de parler jusqu'à ce que, dans toutes les positions différentes que l'on donnera à la lunette, l'axe optique aille constamment aboutir au point X; alors seulement on sera certain que la lunette est bien centrée.

Ordinairement lorsqu'on a soumis les deux fils du réticule à l'épreuve que nous avons indiquée (47), on n'a pas un grand changement à faire subir à la situation du point d'intersection de ces deux fils, pour que l'axe optique de la lunette aille toujours aboutir au même point, dans quelque position que soit la lunette.

49. On vérifiera si, la bulle étant au milieu du *niveau*, l'axe optique de la lunette est horizontal. Pour cela, on mirera un point quelconque X, la bulle étant au milieu du *niveau;* on retournera ensuite l'instrument bout pour bout; on ouvrira les deux collets; on enlevera la lunette, et on la retournera bout pour bout. On rappellera ensuite la bulle au milieu du *niveau*, si elle n'y est plus, au moyen de la vis Z; puis on visera

du côté du point X: si le rayon visuel du niveleur aboutit au même point X, c'est une preuve que l'axe optique de la lunette est horizontal, lorsque la bulle est au milieu du *niveau*. L'instrument est donc juste, et l'on peut s'en servir en toute sûreté. Si au contraire le rayon visuel du niveleur passe au-dessus du point X, comme la charnière *b* (Pl. II, fig. 16) est située du côté de l'objectif, il faudra rapprocher le *niveau* de la lunette, et cela peu à peu, de crainte de trop le rapprocher. On soumettra ensuite l'axe optique à l'épreuve que nous venons d'enseigner, c'est-à-dire, qu'après avoir fait faire une demi-révolution à la partie HTCDUB du niveau, on retournera la lunette bout pour bout, et l'on examinera si son axe optique va rencontrer le même point qu'avant le *retournement*.

Si au contraire, lors de la première épreuve, l'axe optique de la lunette avoit passé au-dessous du point X, ce seroit une preuve qu'il faudroit éloigner l'une des extrémités du *niveau* de la lunette; ce que l'on exécu-

téroit tout doucement, et en vérifiant de temps en temps si le *niveau* est assez éloigné, c'est-à-dire, si l'axe optique de la lunette est horizontal; ce dont on sera certain, lorsque l'axe optique ira rencontrer le même point, avant et après le *retournement*.

Il y a plusieurs autres méthodes au moyen desquelles on peut faire cette dernière vérification; mais celle que nous venons d'indiquer est la meilleure de toutes. Nous la démontrerons dans notre Traité, ainsi que les autres méthodes que nous donnerons.

50. Une fois qu'on est certain que la lunette de ce niveau est centrée, et que l'axe optique est horizontal, lorsque la bulle occupe le milieu du *niveau*, on peut se servir de cet instrument. Supposons-le placé au point 1 (Pl. VI, fig. 41), et qu'on veuille déterminer la différence de niveau qui existe entre les points L et M. On pointera d'abord la lunette sur la mire placée verticalement au point L, et l'on rappellera la bulle au milieu du *niveau*, à l'aide de la vis Z

(PL. II, fig. 16) : on visera ensuite au milieu du voyant de la mire, et l'on écrira la cote qu'elle donnera. Cela fait, on retournera, bout pour bout, la partie supérieure de l'instrument, et l'on pointera la lunette sur la mire placée verticalement au point M (Pl. VI, fig. 41) ; on rappellera ensuite la bulle au milieu du *niveau*, s'il est nécessaire, au moyen de la vis Z ; on visera au milieu du voyant de la mire, et l'on écrira la cote qu'elle indiquera.

On peut se dispenser, si l'on veut, de retourner, bout pour bout, toute la partie supérieure de l'instrument ; il suffit, pour cela, d'ouvrir les deux colliers qui embrassent la lunette, de l'enlever, et de la retourner bout pour bout. On rappelle ensuite la bulle au milieu du *niveau*, et l'on continue d'opérer comme nous venons de l'enseigner tout à l'heure.

51. Si le trépied de l'instrument (Pl. II, fig. 22) étoit placé de manière que le plateau ou plan *r p q*, sur lequel tourne l'instrument, fût parfaitement horizontal, et

que l'axe optique de la lunette fût en même temps parallèle à ce plateau (1), il est évident qu'on pourroit faire faire à ce niveau une fraction quelconque de tour d'horizon, sans que pour cela la bulle changeât de place : c'est ce qu'on n'a encore pu obtenir d'aucun instrument.

52. Lorsqu'on place le trépied, quelque adroit que l'on soit et quelque soin que l'on prenne, la surface du plateau *rpq*, fait toujours un angle avec l'horizon. J'ai voulu m'assurer si, lorsque le plateau *rpq* fait un angle avec l'horizon, qu'on fait faire successivement des fractions de demi-révolution à l'instrument, et qu'on rappelle ensuite la

---

(1) Les deux supports de la lunette étant égaux, et le centre de l'oculaire étant situé dans l'axe du canon de la lunette; pour que l'axe optique de la lunette puisse être parallèle au plateau *rpq*, il faut qu'il soit au moins situé dans un plan parallèle audit plateau, qui passeroit par l'axe du canon de la lunette. Si l'axe optique de la lunette se confondoit avec l'axe du canon de la lunette, la condition dont nous venons de parler seroit à plus forte raison remplie. En centrant la lunette, on a pour objet de faire confondre ensemble les deux axes en question.

*

bulle au milieu du *niveau*; j'ai voulu m'assurer, dis-je, si les différens axes optiques horizontaux, qu'on obtient successivement, sont tous dans un même plan horizontal; j'ai trouvé que non.

53. Si l'on suppose que le plateau *rpq* fasse un angle de 30 degrés avec l'horizon, et que la distance RP du centre de rotation à l'axe optique soit égale à 63 millimètres, on trouvera que le *maximum* d'abaissement ou de haussement de l'axe optique de la lunette sera égal à 8 millimètres à peu près.

En général cet abaissement est en raison composée de l'angle que le plateau *rpq* fait avec l'horizon, et de la distance RP du centre de rotation à l'axe optique. Si le centre de rotation R étoit situé sur l'axe optique même de la lunette, les différens axes optiques horizontaux que l'on obtiendroit, en faisant faire successivement des fractions de demi-révolution autour de l'horizon, seroient tous dans un même plan horizontal; mais alors il ne seroit pas facile de centrer la lunette. Si l'on ne peut donc, sans de

grands inconvéniens, rendre la distance RP nulle, il faut au moins la rendre la plus petite possible, comme on a fait dans l'instrument que je décris ici. Il faut surtout se garder d'imiter ces fabricateurs d'instrumens qui mettent une belle règle d'ivoire entre la lunette et le *niveau*, pour servir à indiquer la marche de la bulle, comme si les divisions que l'on fait ordinairement sur le tube de métal qui renferme le *niveau*, ne pouvoient pas remplir cet objet. Il est vrai qu'ils n'agissent ainsi que faute de savoir qu'il n'est pas indifférent que la distance RP soit plus ou moins grande.

54. Lorsqu'on nivelle deux points Y et Z, si l'on veut que l'abaissement de l'axe optique n'ait pas lieu, il faut alors placer cet instrument au point X (PL. I, fig. 9), sur la ligne qui joint les points Y et Z qu'on veut niveler; de manière que l'axe optique de la lunette soit dans le plan vertical qui passeroit par la mire placée successivement aux points Y et Z. Comme cette condition demanderoit un peu de temps à remplir, on se

contente de placer l'instrument au point E ou bien au point D' peu distant du point X.

55. Il faut que le trépied (Pl. II, fig. 22) ait au moins 138 centimètres de hauteur (4 pieds 3 pouces), et qu'il soit un peu gros, afin de présenter une assiette plus solide à l'instrument (1).

Description de deux autres niveaux à bulle d'air et à une lunette.

56. Les niveaux à bulle d'air et à lunette étant aujourd'hui le plus en usage, parce qu'ils dispensent d'avoir une bonne vue, et qu'ils permettent de faire de grandes stations, j'ai cherché les moyens d'en composer un qui fût plus simple que ceux déjà connus, afin que, coûtant moins cher, il fût à la portée d'un plus grand nombre de personnes.

Cet instrument (PL. III, fig. 26) est composé d'une règle LZ, et de deux supports ZK, LH, dont le premier est fixe; l'autre,

(1) La figure 25 représente le tournevis au moyen duquel on serre les vis L du trépied (Pl. II, fig. 22).

qui est mobile, peut monter et descendre à volonté, au moyen de la vis de rappel B.

Au milieu de la règle LZ est une tige *e* C, terminée par une sphère C qui peut rouler dans le genou D, lorsqu'on desserre la clef à vis E. Cette règle est comprise entre les calottes AI et GF, qui lui permettent de faire un tour entier d'horizon sur le plan de la calotte inférieure.

57. La lunette achromatique MN a son oculaire en N et son objectif en M. Le canon auquel est fixé l'oculaire N peut s'avancer ou se retirer intérieurement, et le tuyau MP, auquel est fixé l'objectif, peut s'avancer et se retirer extérieurement, suivant la nature de la vue de l'observateur.

On voit au point O la saillie de la tête de la vis, au moyen de laquelle on peut changer la position de la croisée des deux fils de soie.

U représente l'une des extrémités d'un *niveau* à bulle d'air de 8 centimètres de long, qui est en travers sur la lunette. Ce petit *niveau* a pour objet de placer toujours

la lunette dans la même position, afin que la bulle renfermée dans le *niveau* R corresponde toujours aux mêmes parties du tube de verre.

58. Lorsqu'on veut se servir de cet instrument, on introduit la tige d'un trépied ordinaire dans la douille S; on desserre ensuite la clef à vis E, et l'on fait ensorte de placer la tige *e* C de manière qu'elle approche le plus possible de la verticale; on serre ensuite les deux coquilles du genou, avec la clef à vis, pour fixer la tige.

59. Veut-on opérer avec cet instrument? On retire d'abord le canon N, jusqu'à ce qu'on aperçoive les fils en croix, le plus clairement possible. On retire ou l'on avance ensuite le canon MP, auquel est fixé l'objectif, de manière qu'on puisse voir l'objet très-nettement.

On s'occupe ensuite de centrer la lunette, par les procédés que nous avons enseignés, pour le niveau-Chézy (47 et 48).

60. On vérifie ensuite si, la bulle étant au milieu du *niveau*, l'axe optique de la

lunette est horizontal ; on suit encore, pour faire cette vérification, le même procédé que nous avons indiqué pour le niveau-Chézy, (49). Une fois que la lunette est centrée, et que l'axe optique est horizontal, lorsque la bulle est au milieu du *niveau*, on peut opérer avec cet instrument, en suivant les procédés que nous avons enseignés (50). C'est au moyen de la vis B qu'on rappellera la bulle au milieu du *niveau*.

61. Pour rendre le mouvement de la vis de rappel plus doux, on pourra la faire construire de manière que l'appui mobile LH puisse s'approcher ou s'éloigner un peu de l'appui fixe RZ, suivant que l'axe optique s'éloignera ou s'approchera du parallélisme avec la règle LZ.

62. Lorsque le plan GF n'est pas horizontal, et qu'on fait faire successivement à la partie HLZK de cet instrument des fractions de demi-révolution autour de l'horizon, les différens axes optiques horizontaux qu'on obtient ne sont point situés dans le même plan horizontal. En supposant que

le plan supérieur de la calotte GF fasse un angle de 30 degrés avec l'horizon, et que la distance de la face intérieure du support immobile ZK au point *e* soit égale à 94 millimètres, on trouve que le plus grand abaissement de l'axe optique est égal à 47 millimètres, quantité presque six fois plus grande que l'abaissement de l'axe optique dans le niveau-Chézy.

Mais aussi une fois que le niveau-Chézy est placé sur son trépied, l'angle que fait le plateau *rpq* (Pl. II, fig. 22) avec l'horizon, est déterminé : quand le niveau que nous décrivons (Pl. III, fig. 26) est placé sur son trépied, on peut rendre encore horizontal le plan GF, sur lequel tourne la règle LZ, à cause que la position de ce plan n'est point subordonnée à celle du trépied; la tige *e*C de cet instrument étant mobile. Dans le niveau-Chézy, au contraire (Pl. II, fig. 16), une fois que le trépied est placé, la position de la tige est fixée irrévocablement. On pourroit même, avec de l'habitude et de l'adresse, faire tellement approcher la

tige *e* C (PL. III, fig. 26) de la direction verticale, que le plan GF feroit un très-petit angle avec l'horizon.

63. Au reste, je n'ai donné la description de ce niveau à bulle d'air et à lunette, que parce qu'il coûteroit moins cher que tous les niveaux connus de la même espèce; qu'il est beaucoup plus simple que le niveau à bulle d'air, composé de deux règles placées l'une au-dessus de l'autre, et qu'il offre autant d'avantages et moins d'inconvéniens.

64. Ceux de mes lecteurs qui désireroient avoir un niveau tel, qu'en lui faisant faire une fraction quelconque de révolution autour de l'horizon, la bulle d'air logée au milieu du *niveau* changeât très-peu de place, pourront faire construire le niveau représenté par la figure 27, Pl. III.

Cet instrument est composé d'une règle et d'une lunette à peu près semblables à la règle et à la lunette du niveau que nous venons de décrire. Ces deux niveaux ne diffèrent guère que par le pied sur lequel cha-

cun d'eux est placé. Celui de ce dernier est le pied à double mouvement de Bellerie, perfectionné, je crois, par M. Lenoir.

Le plateau GF (Pl. III, fig. 27 et 29) sur lequel roule cet instrument, est supporté par deux arcs ABC, DEL placés à angles droits; le premier de ces arcs est denté à sa partie inférieure, et l'on peut l'incliner à volonté, au moyen de la vis sans fin I qui s'engrène avec cet arc qui est mobile, ainsi que le plan GF, autour des deux clous à vis *a* et *b*.

L'arc DEL se meut autour de l'axe *i*, au moyen de la vis sans fin H qui s'engrène dans la partie inférieure de cet arc, qui est aussi dentée, et cet arc entraîne le plateau GF, et l'autre arc AB. Nous verrons tout à l'heure comment on rend le plateau GF horizontal (1).

(1) La partie supérieure HLZK de ce niveau tourne sur le plateau GF autour de la tige Q*e* (Pl. III, fig. 27 et 29), qui s'introduit dans la douille T*e* (Pl. III, fig. 27). Le plateau *gf* est représenté au-dessus du plateau GF, pour faciliter l'intelligence de l'instrument au lecteur, quoique le plan *gf* repose réellement sur celui GF.

Opérations

Opérations qu'il faut faire avant d'employer cet instrument.

65. Il faut vérifier si la lunette est bien centrée, et la rendre telle, si elle ne l'est pas. Nous avons enseigné (art. 47 et 48) la manière de faire cette opération.

66. Il faut vérifier si l'axe optique de la lunette est horizontal, lorsque la bulle occupe le milieu du *niveau*. Nous avons donné les moyens de faire cette vérification et cette rectification (art. 49).

67. Il est nécessaire de s'assurer si le plateau GF, sur lequel tourne l'instrument, est horizontal. Pour cet effet, on placera la lunette dans la direction d'une des vis du pied, dans celle de la vis I, par exemple (Pl. III, fig. 27), et l'on disposera l'instrument de manière que la bulle occupe le milieu du *niveau* ; on retournera ensuite les deux supports, bout pour bout ; si la bulle reste à la même place, c'est une preuve que la ligne droite qu'on tireroit sur le plateau, dans la direction de la vis I, est horizontale ; si,

au contraire, la bulle change de place, c'est une preuve que la ligne en question n'est pas horizontale. Alors, on rameneroit la bulle au milieu du *niveau*, en faisant parcourir à la bulle la moitié du chemin, par le moyen de l'inclinaison que l'on donneroit au *niveau*, à l'aide de la vis B, et l'autre moitié du chemin, par le moyen de l'inclinaison que l'on donneroit au plateau GF, à l'aide de la vis I. On répétera cette opération jusqu'à ce que la bulle ne change pas de place, après le *retournement* des supports.

On placera ensuite la lunette dans la direction de l'autre vis H (Pl. III, fig. 27 et 29), et l'on répétera les mêmes opérations que je viens d'indiquer, jusqu'à ce que la bulle se trouve placée au milieu du *niveau*, avant et après le retournement des supports.

Moyennant cette double opération, l'on a deux lignes horizontales qui se coupent à angles droits, dans le plateau GF; mais deux lignes déterminent la position d'un plan; donc le plateau GF doit être horizontal.

Une fois que la lunette est centrée, que

l'axe optique est horizontal (la bulle étant au milieu du *niveau*), et qu'il est de plus parallèle au plateau GF (Pl. III, fig. 27) sur lequel roule l'instrument; on pourra opérer avec ce niveau, en suivant les procédés que nous avons indiqués (art. 50). On fera bien attention qu'une fois qu'on a rendu le plateau GF horizontal, on ne touche plus à la vis I ni à la vis H; mais que c'est au moyen de la vis B qu'on rappelle la bulle au milieu du *niveau*.

68. En faisant donc faire successivement des fractions de tour d'horizon à la lunette, sur le plateau GF, la bulle devroit théoriquement rester toujours placée au milieu du *niveau*, lorsque le plateau GF a été disposé horizontalement, par les moyens que nous avons enseignés; et c'est pourtant ce qui n'a pas rigoureusement lieu dans la pratique. Quelque bien exécutés qu'aient été, jusqu'à présent, tous les niveaux qui ont eu pour objet de rendre la bulle stationnaire, lorsqu'on fait tourner l'instrument, on n'a pu encore y réussir. La bulle change toujours

un peu de place, et l'on est alors obligé de la rappeler avec la vis B. Cela tient à ce que les plateaux *g f* et GF ne sont jamais parfaitement plans. Ils ont toujours quelques inégalités; et quand bien même ils seroient parfaitement polis, quelques grains de poussière peuvent se glisser entre ces deux plateaux, et faire pencher le supérieur un peu plus d'un côté que de l'autre. Il faudroit d'ailleurs encore que l'axe Q *e*, autour duquel tourne l'instrument, fût exactement perpendiculaire au plateau GF, ainsi qu'à l'axe optique de la lunette. Toutes ces conditions ne sont pas faciles à remplir; ainsi il ne faut pas être surpris qu'en faisant tourner successivement l'instrument que nous venons de décrire, d'une quantité angulaire quelconque, la bulle ait un petit mouvement. Cependant, lorsque ce niveau est exécuté par des ouvriers intelligens et adroits, la bulle change moins de place dans ce niveau que dans celui de M. de Chézy. Ce dernier niveau est combiné de manière que la bulle doit nécessairement changer de place,

à moins que le plan *rpq* (Pl. II, fig. 16, 17 et 22) ne soit horizontal, et que l'axe optique de la lunette ne soit en même temps parallèle à ce plan; ce qui a lieu très-rarement; tandis que, dans le niveau que nous décrivons, la bulle devroit théoriquement rester immobile, par la nature même de l'instrument.

Nota. La figure 28 (Pl. III) représente un cylindre de cuivre qu'on adapte momentanément à l'extrémité M de la lunette, pour empêcher les rayons du soleil de frapper sur l'objectif, ce qui arrive quelquefois, et empêche le niveleur de distinguer l'objet qu'il veut mirer.

Description d'un niveau à bulle d'air et à deux lunettes.

69. Cet instrument est composé d'une plaque de cuivre AB (Pl. IV, fig. 30, 31 et 32), d'environ 3 décimètres de longueur (11 pouces), 8 centimètres de largeur (3 pouces), et 5 millimètres d'épaisseur (2 lignes), sur laquelle sont fixées deux lunettes C et D de 43 centimètres (16 pouces) de longueur chacune, au milieu desquelles est placé un *niveau* à bulle d'air E de 24 centimètres de long (9 pouces) : le tout est posé sur un grand

ressort de cuivre FG (Pl. IV, fig. 30), au milieu duquel est une tige HI et un genou semblables à ceux des graphomètres.

La plaque AB, qui forme le plan horizontal, est attachée sur le ressort par une de ses extrémités, au moyen d'une vis F (Pl. IV, fig. 30 et 31), ou avec deux vis. On voit, à l'autre extrémité, une vis G (Pl. IV, fig. 30) à tête *moletée*, qui sert à élever ou à baisser le plan horizontal par un mouvement lent, et par conséquent à ajuster la bulle d'air au milieu du *niveau*. On voit un second *niveau* K placé à angles droits sur les deux lunettes; ce *niveau*, qui a 8 centimètres de long (3 pouces) (Pl. IV, fig. 30, 31 et 32), est destiné à disposer horizontalement la plaque AB sur sa largeur, afin que l'axe optique des deux lunettes puisse être dans un même plan horizontal; il est retenu momentanément par les ressorts O et P. Lorsqu'on renferme l'instrument dans sa boîte, on enlève ce petit *niveau*, pour le mettre dans une case particulière.

Les deux lunettes sont placées, l'une dans

un sens et l'autre dans le sens opposé, c'est-à-dire, que l'une (Pl. IV, fig. 30, 31 et 32) a son oculaire en C et l'autre en L. Elles sont fixes, mais on peut en élever ou en abaisser le réticule, au moyen d'une clef quarrée que l'on introduit dans la tête des vis M et N (Pl. IV, fig. 32).

70. Tout le système KAGFBC (Pl. IV, fig. 30) peut faire autant de tours d'horizon que l'on veut, au moyen d'une tige intérieure qui tourne dans la tige extérieure HI. On peut voir de ces sortes de tiges, chez les fabricateurs d'instrumens de mathématiques. On n'a pas besoin, comme on voit, de desserrer la clef à vis Q pour faire faire un tour d'horizon à l'instrument.

71. Veut-on se servir de ce niveau? On le place sur un trépied ordinaire (Pl. IV, fig. 33), et l'on vérifie si l'axe optique de chaque lunette est horizontal, la bulle étant au milieu des *niveaux* E et K. Si l'on est voisin d'une nappe d'eau, on établit son instrument sur le bord, de manière à pouvoir mesurer la hauteur du centre de l'ocu-

laire au-dessus de la surface de l'eau. On fait placer ensuite une mire à 2 ou 300 mètres de distance du niveau, sur la tête d'un piquet qui est à fleur d'eau. Je suppose, pour fixer les idées, que la mire soit à 300 mètres de l'instrument, et que le centre de l'oculaire soit à 1,^{mt}46 au-dessus de la surface de l'eau. Je pointe d'abord la lunette C sur la mire; si la cote qu'elle donne est égale à 1,^{mt}46, plus à la hauteur du niveau apparent diminuée de l'abaissement causé par la réfraction, pour la distance de 300 mètres qui est égale à 0,006, suivant notre table, c'est une preuve que l'axe optique de la lunette C est horizontal; car deux points suffisent pour déterminer la position d'une ligne droite : or, d'après notre hypothèse, l'axe optique de la lunette C passe par deux points situés dans une ligne horizontale; donc l'axe optique de la lunette est horizontal.

Mais si la cote donnée par la mire est plus grande ou plus petite que 1,460 + 0,006 = 1,466, c'est une preuve que l'axe

optique est dans le premier cas au-dessus, et dans le second au-dessous de l'horizon. On abaissera donc ou l'on élèvera le réticule de la lunette C, suivant qu'il sera nécessaire, jusqu'à ce que la mire donne une cote égale à 1,^{mt}466; alors seulement on sera certain que l'axe optique de la lunette C est horizontal.

On retournera ensuite l'instrument bout pour bout (70), et l'on rendra horizontal l'axe optique de la lunette D, s'il ne l'est pas, en employant le procédé dont on s'est servi pour rendre horizontal l'axe optique de la lunette C. Lorsqu'on est certain que les axes optiques des deux lunettes sont dans un même plan horizontal, on peut opérer avec cet instrument. Si l'on a deux mires, et que les deux porte-mires aient le soin de placer chacun leur mire dans une ligne droite qui passeroit par le pied de l'instrument et par le pied de la mire opposée, le niveleur pourra pointer chaque lunette sur chacune des mires, sans faire faire aucun mouvement au niveau, tandis qu'en

se servant du niveau à bulle d'air et à une lunette, il faut de deux choses l'une, ou retourner les deux supports et la lunette, bout pour bout, ou bien ouvrir les deux collets et retourner seulement la lunette bout pour bout (50).

72. Si l'on n'a pas une nappe d'eau à sa disposition, on aura recours au moyen suivant, pour faire la vérification dont nous venons de parler.

On établira l'instrument au point R (Pl. IV, fig. 33), à 150, 160 ou 200 mètres de distance des points Y et Z qui ne s'écartent pas beaucoup du vrai niveau. On pointera l'une des deux lunettes, la lunette C, par exemple, sur la mire placée au point Z, chaque bulle étant au milieu de son *niveau*. Je suppose que le point *n* soit le point de visée. On retournera l'instrument bout pour bout; l'on rappellera la bulle au milieu de chaque *niveau*, et l'on pointera la même lunette C sur la mire placée au point Y; je suppose que le point *m* soit le second point de visée.

Je dis que les points *m* et *n* seront de niveau, quelle que soit la direction de l'axe optique de la lunette C ; car il est évident que les points *r* et *a*, auxquels le niveleur a placé successivement son œil, étant situés de la même manière, et les rayons *rn* et *am* étant aussi disposés de la même manière par rapport à l'horizon, puisque ces deux rayons ne sont autre chose que le même rayon que l'on a retourné bout pour bout, il est évident, dis-je, que si l'on détermine ainsi deux ou un plus grand nombre de points de visée *n* et *m* qui soient deux à deux à une égale distance de l'observateur, tous ces points seront également éloignés du centre de la terre, étant également élevés ou abaissés à l'égard du vrai niveau ; c'est pourquoi ils seront tous de niveau entre eux, mais ils ne seront pas pour cela de niveau avec l'œil de l'observateur (1).

(1) Voilà déjà une des prééminences du niveau à bulle d'air et à une lunette sur celui à deux lunettes. En plaçant le premier de ces niveaux à une distance égale des

Les points *m* et *n* étant de niveau, il nous sera facile d'assigner maintenant de combien le point Y est plus élevé que le point Z. Supposons que le point Y soit de deux décimètres au-dessus du point Z.

Je transporte mon instrument près du point Y, et je le dispose de manière que chaque bulle soit au milieu de son *niveau*: je mesure ensuite la hauteur du centre de l'oculaire de la lunette C au-dessus du point Y: supposons-la égale à 1,^{mt}399. Je dirige ensuite la même lunette sur le point Z: si la cote donnée par la mire est plus grande ou plus petite que 1,^{mt}399 + 0,200 — 0,0017 (dans la supposition que RY = 160 mètres = RZ), c'est une preuve que l'axe optique

---

deux points qu'on nivelle, on obtient deux points de niveau, l'instrument fût-il faux; car pour déterminer les points *m* et *n* qui sont dans le niveau vrai, nous avons opéré avec notre instrument, comme si c'étoit un niveau à bulle d'air et à une lunette. Si nous eussions pointé une des lunettes sur la mire placée au point Z, et que nous eussions ensuite pointé l'autre lunette sur la mire placée au point Y, nous n'aurions pu affirmer que les points de visée obtenus de cette manière étoient de niveau.

de la lunette C est situé au-dessus ou au-dessous de l'horizon. On le rendra horizontal en abaissant ou en élevant le réticule, jusqu'à ce que le rayon visuel du niveleur passe à $1,^{mt}5973$ au-dessus du point Z.

Lorsqu'on aura rendu horizontal l'axe optique de la lunette C, on rendra pareillement horizontal celui de la lunette D, en suivant le même procédé; on sera certain alors que l'instrument est exact.

73. Il existe des niveaux à bulle d'air et à deux lunettes, construits de manière que les deux lunettes sont liées ensemble, et que leurs axes optiques, qui sont fixes (1), sont parallèles entre eux. Ces deux lunettes sont renfermées dans un coffre cylindrique ou prismatique, au-dessus duquel est placé un *niveau* mobile à bulle d'air. Ce coffre est attaché sur un ressort de cuivre semblable à celui FG (Pl. IV, fig. 30). A ce ressort

---

(1) Si les deux axes optiques n'étoient pas fixes, il faudroit commencer par les rendre parallèles entre eux, ou par les disposer de manière qu'ils fussent au moins situés tous les deux dans le même plan.

est fixée une tige qui roule dans un genou semblable à celui du niveau que nous venons de décrire. Cet instrument peut faire aussi plusieurs tours d'horizon.

Lorsqu'on veut s'en servir, il faut vérifier d'abord si l'axe optique de l'une des lunettes est horizontal, la bulle étant au milieu du *niveau* placé sur le coffre. Si l'on a une nappe d'eau à sa disposition, l'on fera cette vérification et cette rectification par une méthode analogue à celle que nous avons enseignée pour le niveau (Pl. IV, fig. 30). Comme le réticule de chacune des lunettes de l'instrument dont nous parlons maintenant est fixe, on ne rendra pas leurs axes optiques horizontaux en changeant de place leurs réticules, mais en approchant ou en éloignant du coffre le *niveau* à bulle d'air placé dessus.

74. Si l'on n'est pas voisin d'une nappe d'eau, on déterminera deux points m et n de niveau, à l'aide desquels on assignera de combien un point Y est plus élevé qu'un autre point Z (Pl. IV, fig. 33); en-

suite on rendra l'axe optique de l'une des lunettes horizontal, par un procédé analogue à celui qu'on a employé pour rectifier le niveau (Pl. IV, fig. 30). L'axe optique de l'autre le sera pareillement, puisque les axes optiques des deux lunettes sont liés ensemble et sont de plus parallèles entre eux.

Ce que nous venons de dire suppose qu'on a fixé un *petit niveau* semblable à ceux qui sont en U (Pl. III, fig. 26 et 27) en travers sur le canon qui renferme l'oculaire de la lunette C, et de manière que, lorsque la bulle est au milieu, la ligne qu'on meneroit du centre de l'oculaire de la lunette C au centre de l'objectif de la lunette D seroit située dans un plan horizontal.

75. J'ai vu d'autres niveaux à bulle d'air et à deux lunettes (et ceux-ci sont en plus grand nombre que les autres) composés d'une lunette fixe à réticule mobile, et d'une lunette d'épreuve appuyée sur deux supports, dont l'un est fixe, et l'autre peut s'élever et s'abaisser d'une petite quantité. Ces deux supports ont chacun un collier,

qu'on peut ouvrir lorsqu'on veut retourner cette lunette bout pour bout.

Au-dessus de la lunette fixe, ou entre les deux lunettes, est placé un *niveau* mobile à bulle d'air. Le tout est sur un plateau que l'on peut rendre horizontal au moyen de vis boutantes ou de vis d'une autre nature.

76. Avant de se servir d'un pareil instrument, on rend 1°. horizontal le plateau sur lequel il roule. Pour cet effet, on dispose ce plateau de manière que la bulle d'air soit au milieu du *niveau*. On fait faire ensuite une demi-révolution à l'instrument. Si la bulle change de place, on la rappelle au milieu du *niveau*, en lui faisant faire la moitié du chemin, au moyen de la vis de rappel du *niveau*, et l'autre moitié à l'aide des vis du plateau. On répète ces opérations jusqu'à ce que la bulle reste au milieu du *niveau*, avant et après le retournement.

2°. On centrera la lunette d'épreuve par les procédés enseignés (47 et 48).

3°. Cette lunette étant centrée, on mirera un point quelconque M; on fera faire ensuite

suite un demi-tour à l'instrument; on retournera la lunette bout pour bout (la bulle étant au milieu du *niveau*), et l'on examinera si l'axe optique de la lunette d'épreuve aboutit au même point. S'il y aboutit, il est clair qu'il est horizontal, lorsque la bulle est au milieu du *niveau;* s'il n'y aboutit pas, c'est une preuve du contraire. Dans ce dernier cas, on baissera ou l'on élèvera le support mobile de cette lunette, suivant qu'il sera nécessaire, jusqu'à ce que l'axe optique de la lunette aboutisse au même point, avant et après le retournement.

4°. L'axe optique de la lunette d'épreuve étant horizontal, on rendra pareillement horizontal l'axe optique de l'autre lunette. Pour cet effet, on bornoiera un point quelconque M avec la lunette d'épreuve, la bulle d'air étant au milieu du *niveau;* on bornoiera ensuite le même point avec la lunette immobile. Si l'axe optique de cette dernière lunette va rencontrer le même point M, c'est une preuve que l'axe optique est horizontal; s'il ne rencontre pas le même

point, c'est une preuve du contraire. Alors on changera de place le réticule de la lunette immobile, jusqu'à ce que cette condition soit remplie.

Pour que cette opération rende horizontal l'axe optique de la lunette immobile, il faut nécessairement que les centres des oculaires soient dans une ligne horizontale; ceci dépend du fabricateur d'instrumens. Il est d'ailleurs facile de s'en assurer, en mirant ensuite avec la lunette d'épreuve, dont l'axe a été rendu horizontal, un autre point N plus près ou plus loin du niveleur que le point M. Il faut que l'axe optique de la lunette immobile aboutisse à ce second point N.

77. Je n'entreprendrai pas ici de décrire tous les différens niveaux à bulle d'air et à deux lunettes qui ont été construits jusqu'à présent. Je crois en avoir assez dit sur cette matière, pour qu'un ingénieur soit en état de vérifier et de rectifier un de ces niveaux, quel qu'il soit. Au reste, l'on doit voir que la rectification de ces sortes d'instrumens se réduit, en général . . . .

1°. A rendre l'axe optique de l'une des lunettes C horizontal, la bulle étant au milieu du *niveau ;*

2°. A faire ensorte que l'axe optique de l'autre lunette D soit dans le même plan horizontal que celui de la lunette C.

Nota. J'ai eu le soin de faire dessiner les quatre niveaux à bulle d'air et à lunette que je donne dans cet Essai sur la même échelle, qui est le tiers de la grandeur naturelle, afin que l'on puisse plus facilement les comparer ensemble.

Niveaux à perpendicule.

78. La loi de la gravitation, en vertu de laquelle tous les liquides se mettent de niveau, et la même loi en vertu de laquelle une bulle d'air renfermée dans un tube, avec une liqueur quelconque, gagne toujours le point le plus élevé de ce tube, a servi de base à la construction des niveaux que nous avons décrits jusqu'à présent. C'est encore cette même gravitation, en vertu de laquelle tous les corps tendent à tomber suivant une ligne perpendiculaire

à l'horizon, qui sert de base à la construction des niveaux à perpendicule.

79. Un fil, à l'extrémité duquel un poids P est suspendu (Pl. V, fig. 34), se nomme perpendicule.

80. Le plus simple de tous les niveaux à perpendicule, et en même temps le plus en usage, est formé par une équerre ABD (Pl. V, fig. 35), en bois de chêne, de noyer ou de sapin bien sec, qui a ordinairement 4 décimètres (15 pouces) de longueur de B en I, autant de I en G, et de I en H. Elle est garnie en fer à sa base BE et FD (Pl. V, fig. 43).

La ligne CI (Pl. V, fig. 35) doit être tracée de manière qu'étant prolongée, elle fasse deux angles droits avec la droite AD que l'on imagine passer par les pieds de cette équerre. Si l'on attache un perpendicule au point C, et que l'on place cette équerre sur une règle disposée de telle sorte que le perpendicule CP coïncide avec la droite CI perpendiculaire à AD, il est évident que le perpendicule CP étant, par

sa nature, perpendiculaire à l'horizon, et, par la construction et la position de l'instrument, perpendiculaire à la droite AD, cette droite se confondra avec l'horizon, et que par conséquent la règle sur laquelle sera posée cette équerre, dont la direction est la même que celle de la ligne AD, sera aussi horizontale.

81. Il peut arriver que la chaleur, le froid ou l'humidité venant à faire travailler le bois dont cet instrument est composé, la droite CI (Pl. V, fig. 36) ne soit plus perpendiculaire à la ligne AD, et qu'elle forme, par exemple, un angle aigu $CoD = CId$ avec cette dernière. Je suppose que la perpendiculaire abaissée du point C sur la droite AD dût prendre la direction Ci; je dis que si l'on tire par le point A l'horizontale AN, la ligne AD qui indique la direction de la règle sur laquelle porte l'équerre ACD, fera, avec l'horizontale AN, un angle DAN égal à celui KCN, que le perpendicule CI fait avec la perpendiculaire Ci. En effet, les deux triangles rectangles Cio, AKo ont

les angles Coi, AoK égaux, comme étant opposés au sommet : donc le troisième angle KCN de l'un est égal au troisième angle DAN de l'autre.

Lorsque la droite CI (Pl. V, fig. 35) est perpendiculaire à AD, et que la règle ou le plan sur lequel pose l'équerre ABD est placé de manière que le perpendicule CP coïncide avec la droite CI, il est clair que la règle MQ, sur laquelle pose l'équerre, est horizontale. Si l'on retourne l'équerre bout pour bout, il est évident que la règle MQ restant toujours à la même place, et étant horizontale par la supposition, il est évident, dis-je, que le perpendicule CP coïncidera toujours avec la perpendiculaire CI.

Au contraire, lorsque l'angle CId (Pl. V, fig. 36) est aigu, il est clair que si l'on retourne l'équerre bout pour bout, comme la règle MQ reste à la même place, et fait, par conséquent, toujours le même angle KAD avec l'horizon, il faudra que le perpendicule qui doit faire avec la perpendiculaire Ci un angle égal à KAD, tombe sur Cr, de ma-

nière que rCi=KAD=ICi; donc, le perpendicule ne coïncidera point après le retournement avec la même ligne.

Si l'on prend le point i à une distance égale des points I et r, c'est par ce point i que passeroit la droite perpendiculaire à la ligne AD : voilà le moyen de vérifier et de rectifier le niveau à perpendicule que nous venons de décrire.

82. Ainsi donc, lorsqu'on voudra vérifier le niveau à perpendicule ABD, on le placera sur un plan incliné d'une quantité quelconque, par rapport à l'horizon.

On examinera sur quel point bat le fil à-plomb ; s'il bat sur le point marqué sur l'instrument, et qu'après l'avoir retourné bout pour bout, il batte encore sur le même point, ce sera une preuve que l'instrument est juste, et que, de plus, le plan sur lequel on l'a placé est incliné d'une quantité égale à zéro, par rapport à l'horizon, c'est-à-dire qu'il est horizontal.

Si le fil à-plomb ne battoit pas sur le point indiqué par l'instrument, on remar-

queroit à quelle distance le point de coïncidence est du point indiqué; on retourneroit ensuite l'instrument bout pour bout. Si le fil à-plomb tombe à la même distance du point indiqué qu'avant le retournement, c'est une preuve que l'instrument est encore juste, mais que le plan sur lequel on l'a posé n'est pas horizontal.

Si le fil à-plomb tombe à une plus grande ou à une plus petite distance du point indiqué qu'avant le retournement, c'est une preuve que l'instrument est faux. Pour le corriger, on marquera un point *i* au milieu des deux points de coïncidence.

83. Ce niveau est connu sous le nom de niveau de maçon ou de charpentier; en effet, les personnes de ces deux professions s'en servent continuellement; les uns, pour placer de niveau les pierres de taille, et les autres pour placer les poutres, entraits et autres pièces de bois horizontalement. Le poids P, suspendu à l'extrémité du fil, est ordinairement en plomb, et pèse à peu près 16 décagrammes (un tiers de l'ancienne livre

à peu près). Voilà pourquoi le perpendicule CP (Pl. V, fig. 34) est appelé vulgairement *fil-à-plomb*.

84. Lorsque cet instrument a des dimensions moindres que celle du niveau représenté par la figure 35, on le fait quelquefois d'un seul morceau de bois, comme on voit fig. 37.

85. On peut, si l'on veut, adapter des pinules S et T (Pl. V, fig. 45) à l'équerre BAD, et une douille E munie d'un genou. On la placera ensuite sur un trépied ordinaire, et l'on s'en servira pour donner une direction horizontale au rayon visuel, à l'aide duquel on pourra niveler, d'un seul coup, deux points d'autant plus éloignés du niveleur, qu'il aura la vue meilleure.

CHAPITRE III.

PRATIQUE DU NIVELLEMENT.

Du nivellement simple.

86. Je suppose qu'on veuille déterminer la différence de niveau des points A et B (Pl. VI, fig. 38). Si ces deux points ne sont pas à plus de 100 mètres de distance l'un de l'autre, et que le relief du terrein me permette de placer mon instrument au point C, à peu près au milieu de l'intervalle AB, je me servirai d'un niveau d'eau. Je ferai placer la mire au point A, et j'écrirai la cote qu'elle me donnera : je la suppose égale à 2,^{mt}54. Je ferai placer ensuite la mire au point B, et j'écrirai de même la cote qu'elle m'indiquera : je la suppose égale à 3,^{mt}79. En soustrayant la plus petite de la plus grande, le reste 1,^{mt}25 m'apprendra que le point B est plus bas que le point A de cette quantité.

87. Je suppose maintenant que j'aie besoin de connoître la différence de niveau qui règne entre les points D, E, F, G (Pl. VI, fig. 39), et que chacun d'eux soit à plus de 80 mètres d'un point I, d'où l'on peut opérer sur tous ces points.

J'établis un niveau à bulle d'air au point I, et j'écris sur un registre particulier les cotes qui correspondent à chacun de ces points, vis-à-vis de chacun d'eux (*Voyez Pl. VI, les cotes de la figure 39*). En comparant ces cotes entre elles, on voit que le point D est le plus bas de tous; que les points G et F, qui sont les plus élevés, sont presque de niveau.

88. On appelle l'opération que nous avons faite, dans chacun de ces deux cas, un *nivellement simple*, parce que nous n'avons point été obligés de changer le niveau de place dans le premier ni dans le second cas.

Du nivellement composé.

89. Je suppose maintenant qu'on veuille assigner la différence de niveau qui existe entre les points L et P (Pl. VI, fig. 40), placés à une si grande distance l'un de l'autre, ou disposés de manière qu'on ne puisse faire cette opération d'un seul coup de niveau.

90. Je trace sur une feuille de papier une ligne G H (Pl. VI, fig. 41); je mesure la distance du point L au point M, et j'écris cette distance, comme on le voit, sur la ligne horizontale GH. J'établis mon niveau à bulle d'air au point 1, à une distance à peu près égale des points L et M; je fais placer successivement la mire aux points L et M, et j'écris perpendiculairement à la ligne GH, ainsi qu'on le voit, les cotes 1,648 et 1,400, que la mire m'a données.

91. Je fais mesurer ensuite la distance du point M au point N, et je l'écris, sur la ligne GH, à la suite de la précédente. Je change mon niveau de station, et je l'établis au point 2, qui est à peu près éga-

lement éloigné des points M et N. Je vise au milieu du voyant de la mire que je suppose placée verticalement au point M, et j'écris la cote 1,757 qu'elle me donne : je fais ensuite placer la mire au point N, et j'écris la cote 1,500 le long de NX, en face de l'autre cote.

92. Le coup de niveau qui a donné la cote $1,^{mt}757$, et même cette cote, se nomment *coup de niveau arrière*, ou simplement *coup-arrière ;* et celui qui a donné la cote $1,^{mt}500$, et même cette cote, se nomment *coup de niveau avant*, ou simplement *coup-avant.* On appelle ainsi ces coups de niveau ou ces cotes, parce que le point M se trouvoit placé en arrière du niveleur qui marchoit de L en P, lorsqu'il donnoit le coup de niveau qui lui a fourni la cote $1,^{mt}757$, tandis que le point N était placé en avant du niveleur, lorsqu'il a donné le coup de niveau qui lui a fourni la cote $1,^{mt}500$. Par la même raison, 1,648 se nomme *coup-arrière*, et 1,400 se nomme *coup-avant.*

93. On voit qu'il est facile de connoître la différence de niveau des points M et N, au moyen des deux premières cotes 1,648 et 1,400. On voit aussi qu'à l'aide du coup double donné sur tous les points intermédiaires entre les points L et P, on lie ensemble toutes les opérations faites sur chacun des points du terrein.

94. On continueroit à opérer de la manière que nous venons d'enseigner, jusqu'à ce qu'on fût arrivé au point P, et l'on auroit la minute (Pl. VI, fig. 41). Ordinairement on trace la minute au crayon; on a soin seulement de bien appuyer le crayon, afin que les cotes ne s'effacent pas. Lorsqu'on est dans son cabinet, on fait une copie à l'encre (Pl. VI, fig. 41 *bis*) de la minute faite au crayon, et l'on a soin de bien conserver cette dernière, afin de pouvoir la consulter au besoin. On met ordinairement au-dessus du profil ou à sa marge, un titre qui spécifie le terrein qu'on a nivelé, et qui indique le jour auquel on a commencé, ainsi que celui auquel on a fini son opération. Je n'ai point

mis de titre ici, afin de ne pas trop multiplier les planches.

Observations très-importantes.

95. Il faut avoir soin de faire placer la mire le plus verticalement qu'il sera possible.

96. Lorsque la mire est sur un des points intermédiaires M (Pl. VI, fig. 41), il faut que le porte-mire ait l'attention de poser le pied de la mire, lorsque le niveleur donne le coup-arrière qui lui fournit la cote 1,mt757, précisément à la même place où elle étoit lorsqu'il a donné le coup-avant qui lui a fourni la cote 1,mt400. Il arrive quelquefois qu'on fait placer la mire sur un tronc d'arbre, sur la tête d'une borne, ou sur un autre repère quelconque, je conseille de faire alors un trait à la craie autour du pied de la mire. On prendra cette précaution ou toute autre plus durable encore, surtout lorsqu'on suspendra son opération pour ne la reprendre que quelques jours après.

97. Lorsqu'on fait un nivellement, on ne sauroit prendre trop de précautions pour

s'assurer si la cote marquée sur la mire et celle qu'on a écrite sont semblables. Supposons que la mire soit placée sur un point-arrière quelconque N, et que le niveleur soit au point 3. Lorsqu'après avoir miré, et fait au porte-mire différens signes auxquels il aura obéi, vous serez certain que le milieu du voyant de la mire sera dans la direction de votre rayon visuel, vous ferez au porte-mire le signe convenu, pour lui indiquer que le coup de niveau est donné, et il fixera aussitôt le voyant en serrant la vis. Vous demanderez ensuite au porte-mire quelle est la cote marquée sur la mire, et vous l'écrirez au crayon.

Lorsque le porte-mire passera à côté de vous pour se rendre au point-avant O, vous vous ferez présenter la mire, et vous examinerez avec attention si la cote qu'il vous a dite et celle que vous avez écrite sont conformes à celle indiquée par la mire. Si ces trois conditions sont remplies, vous direz au porte-mire d'aller se placer au point O : si l'une d'elle différoit des deux autres, vous

vous le feriez retourner au point N, et vous donneriez un nouveau coup de niveau.

98. Lorsque vous opèrerez sur le point-avant O, et que vous aurez fait signe au porte-mire qu'il est bien, il fixera le voyant en serrant la vis. Il vous dira ensuite la cote indiquée par la mire, et vous l'écrirez. Vous irez ensuite à lui, et vous examinerez si la cote qu'il vous a dite, celle que vous avez écrite, et celle marquée sur la mire, sont les mêmes. Si ces trois conditions sont remplies, vous ferez changer le niveau de place, et vous le ferez porter au point 4, où vous vous rendrez vous-même ; si l'une d'elles ne l'est pas, vous retournerez au point 3, et vous recommencerez à niveler le point O.

99. Je conseille à toutes les personnes qui font des nivellemens, de répéter cette manœuvre à chaque station ; car on ne sauroit prendre trop de précautions *pour s'assurer si la cote qu'on a écrite est conforme à celle indiquée par le rayon visuel du niveleur*. Il est si aisé de se tromper, soit en

examinant la cote sur la mire, soit en la donnant au niveleur, soit en l'écrivant, que ces trois opérations, si simples en elles-mêmes, sont une source féconde d'erreurs.

Il seroit encore à propos que l'un des porte-chaînes, ou tous les deux ensemble, lussent en même temps que le porte-mire la cote indiquée par la mire.

100. L'espèce de manœuvre que je viens d'enseigner ne suffit pas encore pour être sûr qu'un nivellement est bien fait. On nivelle toujours un terrein au moins deux fois, pour s'assurer si l'on ne s'est pas trompé, et si l'on peut compter sur la première opération que l'on a faite.

101. Je n'ai pas besoin de recommander de bien s'assurer de la bonté de son instrument, avant de s'en servir pour niveler. Si c'est un niveau à bulle d'air et à lunette, on le vérifiera à différentes heures du jour (1),

(1) Lisez, dans les mémoires présentés à l'Académie par les savans étrangers, tome V, page 252, l'intéressant mémoire de M. de Chézy, sur quelques instrumens propres à niveler.

afin de savoir s'il est exact aux différentes températures de l'atmosphère. Une fois qu'on sera certain de sa bonté, on pourra s'en servir. Tous les matins, avant de commencer à opérer, on vérifiera si l'axe optique de la lunette est horizontal, la bulle étant au milieu du *niveau*. Quelquefois l'instrument dont on se sert est si vieux, ses vis sont si usées, qu'on est obligé de faire cette dernière vérification à chaque station; ce qui devient très-long et très-incommode. Il arrive même qu'on part de Paris avec un niveau tout neuf; un manoeuvre mal-adroit le renversera ou le laissera tomber, et voilà un instrument délabré! Si vous le renvoyez à Paris, il se passera un temps considérable avant que vous puissiez le recevoir. Vous êtes donc obligé de vous en servir tel qu'il est, et de le vérifier à chaque instant. Je crois que tant qu'on ne rencontrera pas dans les départemens des ouvriers capables de réparer les niveaux, on fera bien d'en avoir deux, afin que l'un venant à éprouver quelque dommage, on puisse se servir de

l'autre pendant qu'on enverroit réparer le premier dans la capitale.

102. On m'a assuré que le Gouvernement avoit le projet d'appeler de chaque département, tous les deux ans, à Paris, deux ouvriers en horlogerie ou en serrurerie, très-adroits, qui iroient travailler, pendant cet espace de temps, chez un habile ingénieur en instrumens, qui leur enseigneroit le mécanisme des différens instrumens de mathématiques, et leur apprendroit à les réparer; ils s'en retourneroient ensuite dans leurs foyers. Lorsqu'un niveau à bulle d'air, un cercle répétiteur, ou tout autre instrument de mathématiques auroient besoin de quelque réparation, ils seroient en état de la faire. Tous les ingénieurs doivent désirer que ce projet, vraiment utile, soit exécuté le plutôt possible.

PROBLÈME PREMIER.

103. *Le profil* GLPH (Pl. VI, fig. 41) *étant donné, le rapporter à une seule ligne de niveau.*

Il est clair que si, au lieu de comparer le terrein LMNOP (fig. 40, 41 et 41 *bis*) aux lignes de niveau AB, CD, etc., on pouvoit le rapporter à une seule et même ligne de niveau GH, il en résulteroit une grande simplicité dans les calculs qu'on est obligé de faire, pour connoître de combien un point est plus ou moins élevé qu'un autre. Dans ce cas, il n'y auroit qu'une seule cote aux termes extrêmes M, N, O etc. de chaque station, et une simple soustraction suffiroit alors pour déterminer la différence de niveau entre deux points quelconques.

Soit le profil (Pl. VI, fig. 41) qu'on veut rapporter à une seule et même ligne de niveau. Je suppose qu'on sache d'ailleurs que la plus grande différence de niveau entre les points L, M, etc., ne surpasse

pas une quantité donnée; ce que l'on pourra toujours connoître, soit à l'inspection des lieux, soit par quelque opération simple, ou même par le calcul. La plus grande différence de niveau entre les points L, M, N, etc., ne s'élevant pas, dans notre profil, à 3 mètres, j'écris 4 mètres au-dessus de la première cote 1,^{mt}648 (Pl. VI, fig. 41 *bis*), qui répond au point L (1). Je soustrais 1,^{mt}648 de 4,000, ce qui me donne 2,352 pour reste : j'ajouterai ce reste à la cote-avant 1,400, et j'écris la somme 3,752 au-dessus de la verticale MZ.

En écrivant 4,000 à la place de 1,^{mt}648, il est clair que cette dernière cote se trouvera augmentée de 2,^{mt}352 ; en augmentant la cote correspondante 1,400 de cette même quantité, il est évident qu'il y aura la même différence entre les deux nouvelles cotes 4,000 et 3,752, qu'entre les deux premières

(1) J'écris cette cote, ainsi que les suivantes, au crayon seulement, et je ne les mets à l'encre que lorsque je suis certain de ne m'être pas trompé.

cotes 1,648 et 1,400 : les deux nouvelles cotes seront donc également propres à nous faire connoître la différence de niveau entre les points L et M.

Je soustrais maintenant 1,757 de 3,752, et j'obtiens 1,995 pour reste. J'ajoute cette quantité à la cote correspondante 1,mt500, et j'écris la somme 3,495 au-dessus de la verticale NX. Il est encore indifférent de comparer entre eux les nombres 1,757 et 1,500, ou bien 3,732 et 3,495, parce que ces deux derniers nombres ne sont autre chose que les premiers, augmentés chacun de la même quantité. On continuera d'opérer de la même manière. Voyez la suite des calculs ci-après.

	4,000
—	1,648
	2,352
+	1,400
S.	3,752
—	1,757
	1,995
+	1,500
S.	3,495
—	1,449
	2,046
+	1,952
S.	3,998
—	1,562
	2,436
+	2,414
S.	4,850

Nota. Tous les coups-arrière sont affectés du signe —, & tous les coups-avant du signe +. Les nombres qu'il faut écrire au-dessus de chaque verticale MZ, NX, etc., sont affectés de la lettre S.

104. Lorsqu'on a un profil un peu long, on est obligé de faire un grand nombre d'additions et de soustractions; et quoique ces deux opérations soient très-faciles, il arrive souvent que l'on commet quelque erreur, surtout quand on en fait beaucoup de suite. On fera l'épreuve suivante, pour voir si l'on ne s'est pas trompé. On ajoutera

ensemble tous les coups-arrière, et ensuite tous les coups-avant : voyez l'opération ci-dessous :

Coups-arrière.	*Coups-avant.*
1,648	1,400
1,757	1,500
1,449	1,952
1,562	2,414
S. 6,416	S. 7,266
	— 6,416
	$\overset{mt}{0,850}$

Je soustrais la somme 6,416 des coups-arrière, de 7,266, somme des coups-avant, et j'ai pour reste 0,850.

Je soustrais pareillement la cote $4,^{mt}000$ qui correspond au point L (Pl. VI, fig. 41 *bis*) de celle 4,850 qui répond au point P, et j'obtiens le même reste. Puisque ces deux restes sont égaux, j'ai beaucoup de probabilités que je ne me suis pas trompé dans les additions et les soustractions que j'ai été obligé de faire, pour réduire mon nivellement à une seule ligne de niveau. J'en donnerai la démonstration dans le Traité que je ferai paroître.

105. Lorsque je suis bien certain que les cotes que j'ai calculées sont exactes, je les écris toutes à l'encre rouge (Pl. VI, fig. 41 *bis*). Je rapporte ensuite graphiquement mon nivellement à une seule et même ligne de niveau (Pl. VI, fig. 42), en me donnant une échelle pour les longueurs et une autre pour les hauteurs, et j'ai la figure 42. Il faut avoir soin de conserver les figures 41 et 41 *bis*, afin de pouvoir les consulter en cas de besoin. A présent que notre terrein est rapporté à une seule et même ligne de niveau, il nous sera facile de connôître, par une simple soustraction, la différence de niveau entre deux points quelconques. Je vois, par exemple, que le point de départ L est de 85 centimètres plus élevé que le point P.

106. Quelquefois, au lieu de figurer le terrein en nivelant, et d'en faire la minute sur une feuille de papier volant, au bout de laquelle on en colle une autre, s'il est nécessaire, on a un petit livret dont chaque page est divisée par colonnes, ainsi qu'il suit :

MÉMOIRE du Nivellement du terrein compris entre et

commencé le et fini le

NUMÉROS des STATIONS.	DISTANCE des points DE STATION.	COTES prises SUR LA MIRE.		ORDONNÉES.	*OBSERVATIONS.*
			....	30,0000	
1	340	2,046 3,456			
			....	31,4100	
2	250	2,134 1,304			
			....	30,5800	
etc.	etc.	etc.		etc.	

La quatrième colonne qu'on a laissée en blanc, sert à écrire les ordonnées au crayon à mesure qu'on les calcule; on ne les écrit à l'encre dans la cinquième colonne qu'après s'être assuré qu'elles sont exactes.

107. Dans le nivellement dont nous venons de donner le mémoire, ainsi que dans celui dont on voit la minute (Pl. VI, fig. 41), le niveau a toujours été placé à une distance à peu près égale des points extrêmes de chaque station; ce qui nous l'indique, c'est que nous avons exprimé la distance des points de chaque station par un seul nombre. Ainsi, par exemple, le nombre 400 écrit au-dessus de GH (fig. 41), entre les points Z et X, nous annonce que l'instrument étoit également éloigné des points M et N. Si le niveau, dans cette seconde station, avoit été placé au point M, on auroit écrit le mot zéro en toutes lettres à la droite du point Z, pour indiquer que l'instrument étoit à une distance égale à zéro du point M, c'est-à-dire, qu'il étoit placé au point M; à la suite du mot zéro, l'on auroit écrit le

nombre 400, pour marquer que le niveau étoit placé à cette distance du point N.

Si l'on avoit établi l'instrument à 100 mètres du point M, et par conséquent à 300 mètres du point N, on auroit écrit le nombre 100 à la droite du point Z; on auroit fait ensuite une petite croix sur la ligne ZX, et puis l'on auroit écrit le nombre 300.

Si, au lieu de figurer le terrein, on avoit fait un livret semblable à celui de la page 123, et qu'au lieu d'avoir établi le niveau, dans la première station, à une distance à peu près égale du point-arrière et du point-avant, on l'avoit placé sur le point-arrière même, on auroit écrit d'abord, dans la première case de la seconde colonne, le mot zéro en toutes lettres, et le nombre 340 au-dessous. Si le niveau avoit été placé à 120 mètres du coup-arrière et à 220 mètres du coup-avant, on auroit écrit d'abord le nombre 120 dans la première case de la seconde colonne, et le nombre 220 au-dessous.

Lorsqu'on voudra réduire un nivellement

à une seule ligne de niveau, il faudra avoir égard à la distance à laquelle l'instrument étoit placé des deux points extrêmes de chaque station. Si, par exemple, le niveau avoit été placé, dans la seconde station, au point M (Pl. VI, fig. 41), ce qui auroit été indiqué par le mot zéro écrit à la droite du point *Z*, alors on auroit diminué (17) la cote-avant 1,500 de la quantité 0,0106 qui répond à la distance 400 dans la quatrième colonne de la table, page 36; cette cote se trouveroit ainsi réduite à 1,4894, qu'on écriroit d'abord au crayon (fig. 41 *bis*), et ensuite à l'encre ordinaire à côté de 1,500; mais on auroit soin de renfermer 1,4894 entre deux parenthèses, pour le distinguer de la cote 1,500 donnée par la mire sur le terrein.

Si le niveau étoit placé à 100 mètres du point M et à 300 mètres du point N, on diminueroit alors la cote 1,500 de l'excès de 0,0059 (nombre correspondant à 300 dans la quatrième colonne de la table) sur 0,0007 (nombre correspondant à 100 dans la même colonne de la table), de sorte que

la cote 1,500 se trouveroit réduite à 1,4948 que l'on écriroit d'abord au crayon, à côté de 1,500 (fig. 41 *bis*), et qu'on mettroit ensuite à l'encre, lorsqu'on seroit certain que cette cote est bonne, et on la renfermeroit entre deux parenthèses.

Une fois que ces espèces de corrections auroient été faites à toutes les cotes qui en auroient eu besoin, on réduiroit son nivellement à une même ligne de niveau, ainsi que nous l'avons enseigné ci-dessus, comme si l'instrument avoit été placé à une distance égale des points extrêmes de chaque station.

108. Je suppose qu'il se rencontre, assez près de la ligne qu'on nivelle, une tour, un clocher, un arbre ou tout autre signal qu'on puisse apercevoir de fort loin; je suppose de plus qu'on ait trouvé un emplacement tel qu'en élevant et en abaissant alternativement son niveau, on finisse par le placer de manière que l'axe optique horizontal de la lunette aille aboutir à un point de ces objets facile à reconnoître : on fera servir cet objet de mire, et l'on donnera

ainsi un coup de niveau d'une très-grande étendue; ce qui tendra à faire obtenir un résultat plus approchant de la vérité; car chaque opération que l'on fait dans le nivellement étant inexacte par sa nature, à cause de l'imperfection des instrumens qu'on y emploie, plus on multiplie les opérations, et plus les erreurs s'accumulent; et si l'erreur que l'on commet dans la détermination de la différence de niveau des deux points extrêmes d'un nivellement n'est pas toujours en raison du nombre des opérations que l'on a faites, c'est que les erreurs partielles se trouvant tantôt positives et tantôt négatives, se compensent assez ordinairement.

On mesurera ensuite à la chaîne, ou par tout autre procédé, la distance de l'instrument à l'objet qui a servi de mire. On mesurera aussi trigonométriquement, ou à l'aide d'un cordeau, la hauteur du point de visée au-dessus du sol naturel.

» Quoique cette dernière méthode, dit » M. Deluc (de mesurer les hauteurs au

» cordeau), paroisse d'abord fort simple,
» elle est sujette néanmoins à un inconvé-
» nient dont je dois faire mention. Quand
» on veut mesurer l'élévation d'un lieu par
» le moyen d'une corde, il faut nécessai-
» rement la charger d'un poids propor-
» tionné à sa grosseur, pour la tenir ten-
» due. Or, dans cet état, elle se détord,
» elle devient plus mince, et par consé-
» quent plus longue. On la retire ensuite
» pour la mesurer; et comme elle reprend
» à peu près son état naturel, elle est trop
» courte alors pour indiquer exactement la
» hauteur qu'elle mesuroit lorsqu'elle étoit
» tendue. Ce changement de longueur va-
» rie suivant que la corde est plus ou moins
» tordue et chargée, et suivant le plus ou
» moins d'humidité de l'air. Il est des cas
» où l'erreur qui résulte de ces change-
» mens peut aller jusqu'à un cinquantième.
» Je m'aperçus de ce défaut en mesurant
» plusieurs fois la même tour en divers
» temps. La différence que je trouvai dans
» les résultats, me fit comprendre que cette

» méthode étoit peu sûre. J'employai alors
» celle que je vais expliquer.

» Je me sers, continue M. Deluc (1),

(1) Cette observation est tirée de l'ouvrage de cet habile physicien, qui a pour titre : *Recherches sur les modifications de l'atmosphère, contenant l'histoire critique du baromètre et du thermomètre*, ou *Traité sur la construction de ces instrumens, des expériences relatives à leurs usages, et principalement à la mesure des hauteurs et à la correction des réfractions moyennes.*

Ce savant s'étoit proposé, pour objet, de trouver une formule au moyen de laquelle on pût calculer, à l'aide de ces deux instrumens, d'une manière plus approchée qu'on ne l'avoit fait jusqu'alors, la hauteur des points accessibles de notre globe.

Il sentoit combien il seroit avantageux de pouvoir faire servir à cet usage le baromètre et le thermomètre. En effet, il existe une infinité de points sur la terre dont il n'est pas facile de déterminer trigonométriquement la hauteur, à cause des difficultés qu'on rencontre, soit à tracer, soit à mesurer une base. D'ailleurs, quand bien même on parviendroit à mesurer une base, ce qui demande beaucoup de temps et de précautions pour ne pas se tromper, on commettroit toujours, dans le calcul de la hauteur, une erreur causée par la réfraction, si l'on ne pouvoit faire d'observations réciproques. Il est souvent bien moins possible encore d'avoir recours à un niveau, surtout si l'on ne peut arriver au point dont on veut connoître la hauteur que par des chemins escarpés.

» d'une ficelle mince, composée seulement
» de deux brins, et bien tendue; j'y joins

Le baromètre, au contraire, est très-portatif; il est facile de se servir de cet instrument partout où l'on peut arriver, et il n'exige qu'un petit nombre d'opérations.

L'auteur immortel de la méchanique céleste s'est aussi occupé, dans ces derniers temps, de cette question intéressante, et il y a introduit plusieurs élémens très-importans auxquels on n'avoit pas songé avant lui. Il a donné une formule *pour calculer les hauteurs par les observations barométriques, en ayant égard à la température de l'air, à celle du mercure, et à la variation de la pesanteur, tant en latitude que dans le sens vertical*. Mais, quelque grande que soit la sagacité qu'ait pu mettre ce célèbre géomètre dans la solution de ce problème, je doute qu'on obtienne, avec sa formule, autre chose qu'un résultat peu exact, parce qu'il a été obligé de supposer que la colonne d'air comprise entre la base et le sommet de chaque montagne à mesurer, varioit uniformément de température d'une extrémité à l'autre; supposition qui est non-seulement inexacte, mais qui s'écarte encore, dans certains cas, beaucoup de la vérité, supposition qui doit pourtant avoir une grande influence sur le calcul de la hauteur d'une colonne composée d'un fluide aussi éminemment susceptible qu'est l'air de l'atmosphère de se condenser et de se raréfier au froid, à la chaleur et à l'humidité.

Au reste, on ne se sert du baromètre et du thermomètre pour calculer les élévations, que lorsque les points

» un poids proportionné à sa force et à sa » longueur : je la laisse suspendue dans l'en- » droit que je veux mesurer, jusqu'à ce que » je n'aperçoive aucun tournoiement dans » le poids. Je la retire ensuite le long d'une » perche aussi longue que l'emplacement » peut le permettre, dont je marque la lon- » gueur avec de l'encre sur la ficelle dans » son état de tension, en faisant parvenir » successivement au haut de la perche les » marques faites au bas. Quand la ficelle » est retirée, je compte les marques, qui » m'indiquent la hauteur avec autant d'exac- » titude que si j'avois appliqué la perche » d'un bout à l'autre. C'est ainsi que j'ai » mesuré toutes les hauteurs où j'ai fait des » observations hors de la montagne de » Salève ».

---

dont on veut connoître la hauteur n'exigent pas une grande précision dans l'estimation de leur position verticale, ou que le temps ou les localités ne permettent pas d'employer d'autres instrumens.

PROBLÈME SECOND.

109. *Un nivellement étant fait, on demande d'en faire la preuve.*

Pour faire la preuve d'un nivellement GLMNOPH (Pl. VI, fig. 41), on le fera une seconde fois; mais au lieu de recommencer au point L, on partira du point P, où l'on avoit fini le premier, et l'on reviendra sur ses pas. On écrira les cotes du second nivellement à la suite de celles du premier, comme si ces deux nivellemens n'en faisoient qu'un seul. On ajoutera ensuite ensemble tous les coups-arrière; on ajoutera pareillement tous les coups-avant; plus ces deux sommes approcheront d'être égales, et plus on aura opéré exactement. Si elles ne diffèrent que d'un ou de deux décimètres sur huit à dix lieues de long, on a de grandes probabilités qu'on a bien opéré. On sent bien qu'il est nécessaire que le résultat approche d'autant plus de zéro, qu'il y a moins de pente du point L au point P, et que l'ouvrage pour lequel on fait le nivel-

lement exige une plus grande précision. Par exemple, un projet de canal, de conduite d'eau, demande une plus grande exactitude dans un nivellement qu'un projet de route; et le résultat aura d'autant plus besoin d'approcher de la vérité, que la pente du point de départ au point d'arrivée sera plus petite.

110. Non-seulement le terrein peut changer de forme sur sa longueur, mais encore sur la largeur de l'ouvrage qu'on se propose de faire. Je suppose que le point L soit le fond d'un ruisseau, et que l'on veuille amener de l'eau de ce point du ruisseau au point P; il est évident que la chose est possible, puisque le fond du ruisseau est beaucoup plus élevé que le point P: il faudra creuser un canal pour conduire cette eau.

111. Si l'on désiroit connoître d'avance le cube des terrasses à faire pour l'exécution de ce fossé ou canal, et que le terrein changeât sensiblement de pente sur la largeur du canal à ouvrir, on nivelleroit le terrein sur une largeur convenable. Je suppose que le relief

du terrein, et la largeur qu'on veut donner à la rigole qu'on se propose de faire, du point L au point P, exigent que l'on connoisse la forme du terrein, sur une largeur de douze mètres. Pendant que le niveau seroit au point 1, je ferois placer la mire au point A (Pl. VI, fig. 41), à 6 mètres de distance du point L′, mesurée perpendiculairement à la direction LM, et à la droite du niveleur qui se trouveroit tourné du côté du point L. Je suppose que le niveau étant placé en 1 et la mire au point A ainsi déterminé, le rayon visuel horizontal de l'observateur passe à $1,^{mt}\,758$ au-dessus du point A : je suppose qu'on donne pareillement un coup de niveau sur le point B placé à la gauche du niveleur, à 6 mètres de distance du point L′, sur la ligne AB perpendiculaire à la direction LM, et que la mire indique $1,^{mt}\,450$, je tracerai un petit profil au crayon, au-dessous du point L, ainsi qu'on le voit (Pl. VI, fig. 41). J'écrirai d'abord la cote 1,648 au-dessus du point L′, la cote 1,758 au-dessus du point A, et celle 1,450 au-dessus du point B

Je continuerai de prendre des profils en travers aux points M, N, O, etc.

112. Si le second profil en travers eût été pris pendant que le niveau étoit placé au point 1, et non pendant qu'il étoit placé au point 2, on l'auroit indiqué d'abord en figurant le profil en travers du côté du point 1, où se seroit trouvé le niveleur, et ensuite en écrivant au-dessus du point M′ le coup-avant 1,400. Mais comme le second profil en travers a été pris pendant que le niveau étoit placé au point 2, j'ai dessiné ce profil ainsi qu'on le voit, et j'ai écrit au-dessus du point M′ le coup-arrière 1,757.

On est le maître de prendre ces profils en travers, soit en donnant les coups-avant, soit en donnant les coups-arrière; mais une fois qu'on a adopté une marche, il ne faut pas en changer, sans quoi l'on courroit les risques de se tromper. On réduit ensuite tous ces profils en travers, à la même ligne de niveau à laquelle on a réduit le profil en long (Pl. VI, fig. 41 *bis*), et on les rapporte ensuite graphiquement (Pl. VI, fig. 42).

113. Il est un moyen presque infaillible pour connoître, d'une manière certaine, la pente d'un terrein ; il consiste à faire planter de forts piquets à fleur de terre, à l'extrémité de chaque station, et à faire placer la mire sur la tête de chacun de ces piquets. Lorsqu'on recommencera son opération, pour en faire la preuve, il faudra placer la mire sur la tête des mêmes piquets; de sorte qu'on vérifiera, non-seulement le résultat général du nivellement, mais encore celui de chaque nivellement simple.

114. Lorsqu'un nivellement a pour objet un ouvrage important qui demande une grande précision, comme seroit un canal; si le projet ne doit pas s'exécuter de suite, on plante des bornes de distance en distance sur la direction de l'ouvrage, et l'on a soin de graver sur la tête de chacune d'elles la hauteur du déblai ou du remblai à faire dans leur emplacement.

115. Si l'on veut encore obtenir un plus grand degré de certitude ; quand on aura fait un nivellement et sa preuve avec un

niveau à bulle d'air et à lunette, on pourra recommencer l'un et l'autre avec un niveau d'eau, ayant toujours soin de faire placer la mire sur la tête des piquets dont nous venons de parler. Chaque nivellement simple, fait avec le niveau à bulle d'air, exigera un nivellement composé, fait avec le niveau d'eau. On comparera ensuite le résultat moyen donné par le niveau à bulle d'air et à lunette avec le résultat moyen trouvé avec le niveau d'eau, et l'on verra de combien ces deux résultats diffèrent entre eux.

On m'objectera peut-être que le procédé que j'indique est un peu long; je répondrai à cela, que lorsqu'il s'agit d'une opération importante, on ne sauroit prendre trop de précautions, pour s'assurer de la justesse des bases sur lesquelles cette opération doit reposer. Au reste, on est libre de s'en tenir aux deux premiers nivellemens qui sont de rigueur; car il faut toujours faire au moins un second nivellement pour s'assurer de la précision du premier.

Lorsqu'on fait un nivellement sur une

ligne d'une grande étendue, on peut niveler les points principaux avec un bon niveau à bulle d'air et à lunette, ou même avec un cercle répétiteur. On nivellera ensuite les points intermédiaires avec un niveau d'eau. On agit d'une manière semblable dans la levée des cartes de géographie ; on commence par déterminer la position des points principaux, au moyen du cercle répétiteur; on lève ensuite les détails au graphomètre ou à la planchette.

116. Lorsqu'on sera chargé de niveler un terrein, on fera bien de le parcourir lentement et attentivement, avant de commencer son opération, afin de reconnoître et de déterminer les points principaux dont il importe de savoir la différence de niveau, ainsi que les endroits où il conviendra de placer l'instrument.

117. Je conseille aux ingénieurs d'avoir le plus grand soin de leur niveau; car lorsqu'on a un instrument depuis long-temps, on le manie avec beaucoup plus d'adresse que si on ne l'avoit que depuis quelques jours: on

finit d'ailleurs par connoître ses défauts, et le plus souvent par y remédier. Il est nécessaire de bien l'essuyer avant de le renfermer dans sa boîte. Il faut aussi avoir soin d'enduire les parties qui frottent les unes contre les autres avec un mélange composé de trois quarts de cire molle et d'un quart de suif, lorsque le cuivre frotte contre le cuivre; on enduira, au contraire, d'huile les parties frottantes, lorsque c'est l'acier qui frotte contre le cuivre. Moyennant ces précautions, et d'autres encore, les mouvemens de votre instrument seront plus doux, et les pièces qui frottent les unes contre les autres s'useront moins promptement.

Dans les voyages, il faut avoir soin de faire placer le niveau dans la caisse de la voiture, ou sur l'impériale.

Il faut aussi avoir l'attention de mettre quelques chiffons de papier dans la boîte qui renferme l'instrument, pour l'empêcher de ballotter en route.

CHAPITRE IV.

Des niveaux de pente, ou *clitomètres* (1).

118. On appelle *niveaux de pente* divers instrumens qui servent à déterminer immédiatement la pente d'une ligne ou d'une surface. Les mots *niveau* et *pente* ne vont pas très-bien ensemble, a remarqué M. de Chézy; mais ces instrumens ayant une forme et une théorie analogues à celles des autres *niveaux*, on leur a donné le nom de *niveaux de pente*.

119. Le plus simple de tous les niveaux de pente est formé par une équerre de bois (Pl. V, fig. 43) qui a 0,^{mt}61 (22 pouces et demi) de A en I, plus ou moins, et autant de I en G, ainsi que de I en H. La ligne AI est tracée perpendiculairement à la droite GH parallèle à la ligne BEFD. On décrit du point C, comme centre, un arc *ef*, sur un morceau

---

(1) Le mot Clitomètre vient du mot grec *Klitos*, qui signifie pente, inclinaison, et de *metron*, qui signifie mesure.

de cuivre incrusté dans le bois. On donne à cet arc cinq degrés de *a* en *e*, et autant de *a* en *f*. Ces dix degrés sont divisés en douze parties, et chacune de ces parties se divise en dix parties égales marquées 0, 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, etc, jusqu'à 120, en allant de droite à gauche (Pl. V, fig. 43 *bis*). Chacune de ces subdivisions vaut donc 5 minutes.

Le nombre 60 répond par conséquent au milieu *a*. Si l'on place cet instrument sur une règle ou sur un plan, et que le perpendicule batte sur la division 60, c'est une preuve que le plan est horizontal. Si, au contraire, le fil à plomb est plus près du point B que du point D, c'est une preuve que le point B est plus bas que le point D.

120. Si l'on a soin de disposer cette équerre de manière que les divisions soient à la droite du niveleur placé près de la division 120, la figure tournée du côté du niveau, et que le perpendicule batte sur une division plus grande que 60, sur 80, par exemple, c'est une preuve que la règle fait au-dessus de

l'horizon un angle égal à 80 — 60 = 20 divisions, = 5 × 20 = 100 minutes = 1 degré 40 minutes.

121. Si, au contraire, le niveau étant toujours placé de la même manière par rapport au niveleur, le perpendicule bat sur une division plus petite que 60, sur 45, par exemple, c'est une preuve que la règle GH fait au-dessous de l'horizon un angle égal à 60 — 45 = 15 divisions = 15 × 5 = 75 minutes = 1 degré 15 minutes (1).

---

(1) Si l'on avoit mis zéro au point milieu, on auroit écrit les nombres 10, 20, 30, etc., à droite et à gauche de zéro. Il seroit résulté de là que lorsque le rayon visuel de l'observateur auroit fait un angle au-dessus de l'horizon, il auroit fallu écrire sur son registre le signe + avant le nombre de degrés de l'angle; si au contraire le rayon visuel de l'observateur eût fait un angle au-dessous de l'horizon, on auroit mis le signe — avant la valeur de l'angle. Si l'on venoit à oublier de mettre l'un ou l'autre signe, on ne sauroit plus si le rayon visuel faisoit un angle au-dessus ou au-dessous de l'horizon.

Au moyen du numérotage adopté (Pl. V, fig. 43 *bis*), on n'a besoin de mettre aucun signe avant le nombre de degrés donné par le perpendicule. Si ce nombre surpasse 60, on est certain que l'angle est au-dessus de

122. On pourroit, si l'on vouloit, adapter des pinules à cet instrument, comme on en voit à l'équerre (Pl. V, fig. 45), ainsi qu'une tige terminée par une sphère qui tourneroit dans un genou dont la grosseur seroit proportionnée au poids de l'instrument. On placeroit ce niveau sur un trépied ordinaire, et l'on viseroit, au travers des pinules, au voyant d'une mire, ou au sommet d'une montagne, d'un clocher ou de tout autre objet, et l'on détermineroit ainsi la différence de niveaud'un point B à un point M, jusqu'à la concurrence, cependant, du nombre des degrés marqués sur l'instrument.

Exemple.

123. Supposons donc, comme tout à l'heure, que le rayon visuel passant par le point B et par le point M (Pl. V, fig. 44), le fil à plomb batte sur la division 80; la ligne AI (Pl. V, fig. 43) fera un angle de 1° 40 minutes avec la verticale AP, ou la

---

l'horizon; s'il est moindre que 60, on est assuré que l'angle que fait le rayon visuel est au-dessous de l'horizon.

droite

droite BM fera un angle de 1° 40 minutes (81) avec l'horizontale BL (Pl. V, fig. 44). On voudroit déterminer la différence de niveau entre le point B et le point M. Il s'agit d'abord de calculer la hauteur LM du point M au-dessus du point L situé sur la ligne horizontale passant par le point B; car l'angle BCM étant très-petit, nous regarderons l'angle BLM comme rectangle en L; nous aurons donc cette proportion : R : tang. MBL :: BL : LM = BL × tang. MBL. Je suppose que BL soit égale à 500 mètres, je cherche dans les tables le logarithme de 500; il est égal à 2,698970. Je cherche pareillement le logarithme de la tangente de l'angle 1° 40 minutes; je le trouve égal à 8,463849; j'ajoute ensemble ces deux logarithmes, et j'ai 11,162819; j'en retranche le logarithme du rayon des tables dont je me sers; il est égal à 10, et j'ai pour reste 1,162819 qui est le logarithme du nombre 14^{mt},548 : ainsi LM = cette quantité. J'y ajoute la correction 0,016 qu'on trouve dans la quatrième colonne de notre table, vis-à-vis du nombre 500; le

point M est donc de 14,^{mt}564 plus élevé que le point B.

Exemple second.

124. Supposons, comme nous avons fait (art. 120), que le rayon visuel BM fasse au-dessous de l'horizon un angle LBM′ (Pl. V, fig. 44) égal à 1° 15 minutes.

Le logarithme de 500	= 2,698970
Celui de la tangente 1° 15′	= 8,338856
Le logarithme du rayon	= 10
Logar.	1,037826

Je cherche dans les tables de logarithmes de l'abbé Marie, dont je me sers ici ; le nombre qui répond à ce logarithme est 10^{mt},910 ; je retranche de ce nombre la correction 0,016 que me donne la quatrième colonne de la table, et le reste 10,894 m'apprend que le point B est de cette quantité plus élevé que le point M′.

125. Si l'on vouloit se dispenser d'avoir recours à une table de logarithmes des nom-

bres et des sinus, au lieu de décrire du point C, comme centre (Pl. V, fig. 43), un arc *eaf*, on traceroit (Pl. V, fig. 45) une droite BD perpendiculaire à la droite AI. Supposons que du point de suspension C du perpendicule au point I il y ait 5 décimètres, et que CI = IB = ID; supposons de plus que CI ait été divisé en 1000 parties égales; chacune d'elle sera égale à un demi-millimètre, puisque CI = 5 décimètres = 500 millimètres; BD sera divisé en 2000 parties égales, à compter du point D où l'on écrira zéro. Le nombre 1000 répond au point milieu I.

126. Si d'un point quelconque on dirige un rayon visuel au travers des pinules, sur le sommet d'une montagne, ou sur tout autre objet plus élevé ou plus bas que le point B, le fil à plomb s'écartera d'un côté ou de l'autre du point I, et formera le triangle CI*n* semblable aux triangles BF*n*, BLM. On aura donc cette proportion : CI (1000) : I*n* :: BF : F*n* :: BL : LM. On emploîra une chaîne ou tout autre moyen pour mesurer la longueur de la distance BL qu'on mul-

tipliera par le nombre de parties égales contenues dans I *n*, et l'on divisera le produit par 1000, valeur de CI, ou, ce qui revient au même, on retranchera du produit trois chiffres qu'on mettra au rang des décimales.

127. On pourra, si l'on veut, faire la correction relative à la courbure de la terre et à la réfraction, au moyen de la table que nous avons donnée.

128. Au lieu d'adapter des pinules saillantes à cet instrument, on pourroit faire un trou rectangulaire dans l'intérieur du linteau BD, recouvert en B par une petite plaque de cuivre percée d'un trou ; et en D par une autre petite plaque de cuivre dans laquelle on pratiqueroit une petite pointe ; de sorte que la base BD de notre équerre se transformeroit en une alidade semblable à celles de nos boussoles ordinaires.

Description et usage du niveau de pente de l'ingénieur des ponts et chaussées.

129. Cet instrument (Pl. VII, fig. 46) est composé d'une règle VI d'un pied de long (0mt,32484) (1), sur laquelle est appliqué un *niveau* à bulle d'air KG, et aux deux extrémités de laquelle s'élèvent, à angles droits, deux pinules, l'une IB (fig. 46, 47 et 48) de 21 lignes de hauteur (47 millimètres), et l'autre AV (fig. 46, 49 et 50) de 4 pouces de hauteur (108 millimètres environ).

Au-dessous de la règle VI il en existe une autre T′ V′ mobile autour d'une charnière *a* (fig. 46), et qu'on peut rapprocher ou éloigner de la règle VI à l'aide de l'écrou

(1) Le niveau que nous décrivons ici a été inventé par M. de Chézy, inspecteur général des ponts et chaussées, dans le temps des anciennes mesures; voilà pourquoi il lui a donné un pied de long. Si l'on faisoit construire aujourd'hui un niveau de cette espèce, on pourroit lui donner 3 ou 4 décimètres de long (11 à 14 pouces 9 lignes). Plus cet instrument est long, et plus il est exact, comme on sait; mais aussi il coûte bien plus cher, et devient moins facile à transporter.

mobile T′U que l'on fait monter ou descendre à la main, et qui tend ou détend ainsi le ressort à boudin Z′ compris entre ces deux règles.

Au milieu de cette seconde règle est adaptée une tige PO terminée par une sphère ou boule O qui s'emboîte dans un genou qu'on peut ouvrir ou fermer à volonté, au moyen de la clef à vis Q. Ce genou est adapté à une douille N dans laquelle on introduit la tige du trépied destiné à porter l'instrument.

On peut faire faire un tour d'horizon à la partie de l'instrument AVT′V′IB sur le plan P*g*.

La pinule IB (Pl. VII, fig. 46, 47 et 48) est composée d'un chassis DL′ qu'on peut élever ou abaisser d'une petite quantité au moyen de la vis B et du tournevis HM (fig. 51). Au-dessous de ce chassis est un ressort à boudin K′ (fig. 47), qui tend à le repousser en haut.

A ce chassis est pratiqué un petit trou L′ évasé intérieurement en cône (fig. 48), au-

quel le niveleur applique son œil extérieurement lorsqu'il opère. A côté de ce petit trou sont deux soies ou crins qui se coupent à angles droits (fig. 47 et 48), en un point D qui est placé au-dessus de la règle VI, à la même hauteur que le petit trou L'.

L'autre pinule VA est composée (fig. 46, 49 et 50) de deux montans TX, ZB' (Pl. VII, fig. 50 de grandeur naturelle), le long desquels on fait monter et descendre à volonté le chassis mobile RS, auquel est adaptée une espèce de douille P (fig. 49) à deux brides, qu'on peut serrer ou desserrer à volonté au moyen de la vis E (fig 46, 49 et 50).

Lorsqu'on veut faire parcourir un espace assez grand au chassis RS, on desserre les brides de la douille P, au moyen de la vis E, puis on applique la main à la vis saillante G (fig. 50), et l'on fait ensuite monter ou descendre ce chassis. Veut-on ne lui faire parcourir qu'un espace presque insensible, on serre les brides de la douille P,

et l'on tourne la vis FA qui fait monter ou descendre le chassis RS d'une quantité très-petite, suivant que l'on tourne cette vis dans un sens ou dans un autre.

On a pratiqué pareillement à ce chassis un petit trou L (Pl. VII, fig. 49 et 50), ainsi qu'une ouverture à laquelle on attache deux fils en croix qui se coupent au point D'.

130. Lorsque l'observateur applique son œil au trou L de la grande pinule (fig. 50), il fait passer son rayon visuel par l'intersection D (fig. 47) des fils en croix de la petite pinule, et lorsqu'il a l'œil appliqué au trou L' de la petite pinule, il fait passer son rayon visuel par l'intersection D' (fig. 49 et 50) des fils en croix de la grande pinule.

PROBLÈME PREMIER.

131. On voudroit marquer sur le montant ZB′ de la grande pinule (Pl. VII, fig. 50) des divisions qui donnassent 5 millimètres de pente par mètre.

Pour déterminer la grandeur de ces divisions, je considère les triangles semblables VAB, VIC (Pl. VIII, fig. 52) qui me donnent cette proportion : VA : AB : : VI : IC, c'est-à-dire, 1,^{mt} : 0,^{mt}005 : : 0,^{mt}32484 : $x = 0{,}0016242$, grandeur de chaque division, qui donneroit une pente de 5 millimètres par mètre.

Je multiplie ce nombre par 16, et le produit par 4, ce qui me donne un nombre égal à 0,^{mt}103948. Je prends un espace égal à cette quantité, que je porte de A′ en B′ (Pl. VII, fig. 50); je divise A′B′ en 16 parties égales A′C′, C′F′, etc., qui répondront chacune à une pente de $4 \times 0{,}005$ par mètre, égale à 2 centimètres par mètre : aussi a-t-on écrit au-dessus de chacune de ces divisions les nombres 2, 4, 6, 8, etc.

de pente par mètre ; si c'est la seconde division du vernier qui coïncide avec une des divisions du montant de la grande pinule, elle indiquera 2 millimètres de pente par mètre, ainsi de suite. Aussi les divisions du vernier sont-elles marquées 1, 2, etc.

132. Comme il n'y a pas encore long-temps que les nouvelles mesures sont établies, on sera peut-être bien aise que le même instrument donne la pente en pouces et en lignes par toise. Cherchons quel est l'espace qui, porté sur le montant TX de la grande pinule, indiqueroit un pouce de pente par toise.

Les triangles semblables VAB, VDE (Pl. VIII, fig. 52) donneront cette proportion : VA : AB : : VD : DE, c'est-à-dire, 1 toise : 1 pouce : : 1 pied : x, ou $72^{\circ} : 1^{\circ} : : 144' : x = \text{DE} = 2$ lignes. On prendra donc sur le montant TX de la grande pinule (Pl. VII, fig. 50) un espace N′ M′ égal à 2 lignes, et on le portera de N′ en M′, de M′ en O′, etc.; je marquerai les divisions

N', M', etc., des nombres 0, 1, 2, etc.; car si 2 lignes par pied donnent 1 pouce de pente par toise, il est évident que 4 lignes donneront une pente de 2 pouces ; que 6 lignes donneront une pente de 3 pouces, etc., et ainsi de suite.

Si je subdivise chacun de ces espaces en quatre parties égales, chacune de ces subdivisions donnera le quart d'un pouce, ou 3 lignes de pente par toise.

133. Je porte maintenant sur le chassis mobile un espace R' S' égal à 5 lignes et demie; mais au lieu de le diviser en 11 parties égales, comme il l'est sur le montant TX, je le divise en 12 parties égales.

En faisant, relativement à ces divisions, des raisonnemens analogues à ceux que nous avons faits sur les divisions du vernier métrique P' I', on verra que lorsque la première division du vernier R' S' coïncidera avec une des divisions du montant TX, cette coïncidence indiquera une pente de $\frac{1}{4}$ de ligne par toise, de sorte que si la quatrième division du vernier coïncide avec

une des divisions du montant TX, elle indiquera une pente de $\frac{1}{4}$ de ligne, ou de 1 ligne par toise; aussi l'ai-je marquée d'une unité. La coïncidence de la huitième division du vernier indiquera une pente de 2 lignes par toise, aussi ai-je mis un 2 au-dessus de cette subdivision, ainsi de suite (1).

Opérations à faire avant de se servir de cet instrument.

134. On placera d'abord ce niveau sur son trépied; on desserrera ensuite les deux coquilles du genou, au moyen de la clef à vis Q (Pl. VII, fig. 46), et l'on donnera à la tige OP la direction qui approche le

(1) Si au lieu de diviser 11 demi-lignes en 12 parties égales, on divisoit 5 demi-lignes en 6 parties, chaque partie du montant de la pinule, qui est égale à une demi-ligne, seroit divisée en six parties, et donneroit par conséquent $\frac{1}{2}$ ligne de pente par toise; car un espace égal à une demi-ligne indique trois lignes de pente par toise: donc $\frac{1}{2 \times 6}$ indiquera $\frac{3}{6}$ de ligne, ou une demi-ligne de pente par toise.

plus possible de la verticale ; ensuite on serrera le genou. Cela fait, on disposera la règle VI, au moyen de l'écrou T'U, de manière que la bulle occupe le milieu du *niveau* KG ; puis on procédera à la vérification et à la rectification de cet instrument.

Pour cet effet, on place le chassis mobile RS de la grande pinule (Pl. VII, fig. 50) de manière que le zéro de ce chassis coïncide avec le zéro du montant de la grande pinule. Pour que l'instrument soit juste, il faut que, la bulle occupant le milieu du *niveau* et le zéro du vernier étant sur le zéro de la grande pinule, il faut, dis-je, que le rayon visuel de l'observateur, passant par le trou d'une des pinules et par la croisée des filets de la pinule opposée, soit horizontal. Pour s'en assurer, le niveleur dirigera son rayon visuel sur un point quelconque O ; il retournera ensuite la partie AVT'V'IB de l'instrument bout pour bout, sur le plan P*g*; il rappellera ensuite la bulle au milieu du tube KG, à l'aide de l'écrou

T'U ; il mirera de nouveau ; si son rayon visuel va rencontrer le même point O qu'auparavant, c'est une preuve que le rayon visuel est horizontal : si au contraire le rayon visuel de l'observateur ne va pas rencontrer le même point, c'est une preuve que l'instrument est faux.

Si l'instrument est inexact, on le rectifiera en élevant ou en abaissant le chassis DL' de la petite pinule (Pl. VII, fig. 47 et 48), au moyen de la vis B, jusqu'à ce que le rayon visuel du niveleur aille aboutir au même point, avant et après le retournement bout pour bout de la partie supérieure du niveau.

On ne se servira de cet instrument, comme de raison, que lorsqu'il aura été rectifié.

PROBLÈME DEUXIÈME.

135. On voudroit déterminer, au moyen du niveau de pente de l'ingénieur des ponts et chaussées, quelle est la pente, par mètre, du point A au point B (Pl. VIII, fig. 53); ces deux points étant peu éloignés l'un de l'autre.

Solution.

Je pourrois établir mon niveau de pente au point H, à une distance égale des points A et B, et plaçant ensuite le zéro du vernier sur le zéro du montant de la grande pinule, on pourroit se servir du niveau de pente comme d'un niveau ordinaire. On diviseroit ensuite la différence de niveau trouvée entre les points A et B par la longueur de l'intervalle métrique qui les sépare, et le quotient nous donneroit la pente par mètre cherchée.

Mais pour résoudre ainsi ce problème,

on n'auroit pas besoin d'avoir recours au niveau de pente; un niveau ordinaire suffiroit. On demande donc de déterminer la pente par mètre du point A au point B, en employant la propriété qui caractérise le niveau de pente que nous décrivons. Pour cela, je placerai l'instrument de manière que la petite pinule se confonde avec la verticale AV, qui passeroit par le point A, qui est le plus bas des deux points donnés. On placera le voyant de la mire de manière que, de la ligne du milieu de ce voyant au pied de la mire, il y ait une distance égale à la hauteur VA du trou de la petite pinule au-dessus du point A, et l'on fixera le voyant à ce point d'une manière invariable.

On transportera ensuite la mire au point B, et l'on élèvera le chassis de la grande pinule jusqu'à ce que le rayon visuel, passant par le trou de la petite pinule et par le point d'intersection des deux fils en croix de la grande pinule, aille rencontrer la ligne du milieu du voyant de la mire. On fixera

ce chassis à ce point, et l'on examinera à quelle division du montant ZB′ (Pl. VII, fig. 50) correspond le zéro du chassis. Si le zéro du chassis est un peu au-dessus du numéro 2 marqué sur le montant A′B′, et que la division 3 du vernier coïncide avec une des divisions du montant A′B′, c'est une preuve qu'il y a 0,^{mt}025 de pente par mètre de A en B.

En effet, soit menée par le point V l'horizontale VF, et par le point A l'horizontale AE (Pl. VIII, fig. 53). D'après la nature de l'instrument et la position du chassis mobile de la grande pinule, il y aura 23 millimètres de pente par mètre de V en C; mais à cause des triangles semblables VIC, VFD, qui donnent VI : IC : : VF : FD, il y aura la même pente par mètre de V en D que de V en C. Mais à cause des côtés VA, DB, égaux et parallèles, la figure VABD est un parallélogramme : donc VD est aussi parallèle et égal à AB. On démontreroit ensuite que les triangles AGF, ABE sont égaux en tout à leurs correspondans VCI,

VDF : donc il y aura la même pente par mètre de A en B que de V en D.

Nota. On auroit pu également résoudre ce problème, en plaçant le niveau de pente au point le plus élevé B; mais alors il auroit fallu que ce fût la grande pinule qui se confondît avec la verticale DB qui passe par le point le plus élevé, et que le niveleur mirât par le trou de la grande pinule.

PROBLÈME TROISIÈME.

136. On voudroit déterminer la pente par mètre de la ligne KL (Pl. VIII, fig. 54) à l'aide du niveau de pente.

Solution.

On pourroit prendre sur cette ligne deux points A et B, assez voisins l'un de l'autre pour que l'on puisse les niveler d'un seul coup de niveau. On placeroit l'instrument à une égale distance de ces deux points; le zéro de l'index ou vernier étant sur le zéro du montant de la grande pinule, on détermineroit ainsi, comme avec un niveau ordinaire, la différence de niveau du point A au point B. On diviseroit cette quantité par le nombre de mètres contenus dans la ligne AB, et le quotient donneroit la pente par mètre de la droite AB, ou celle de la droite KL.

137. On pourroit encore opérer comme nous avons fait pour résoudre le problème

précédent. On placeroit l'instrument de manière que la face extérieure de la petite pinule fût située dans la verticale A C passant par le point A de la droite AB. On disposeroit ensuite le voyant de la mire de manière que, du milieu de ce voyant au pied de la mire, il y eût une distance égale à la hauteur du trou de la petite pinule au-dessus du point A, et l'on fixeroit le voyant à ce point d'une manière invariable. On transporteroit ensuite la mire au point B, et l'on élèveroit le chassis de la grande pinule jusqu'à ce que le rayon visuel, passant par le trou de la petite pinule et par la croisée des filets de la pinule opposée, aboutît au milieu du voyant. Le numéro du montant de la grande pinule correspondant au zéro du vernier, vous donneroit la pente par mètre du point A au point B, et par conséquent de la ligne AB ou de la droite KL. Comme la démonstration est absolument la même que celle que nous avons donnée précédemment, nous ne la répéterons pas.

138. Si l'on vouloit opérer avec plus de précision encore, on mettroit le zéro du vernier sur le zéro du montant de la grande pinule, et l'on placeroit la mire successivement aux points A et B également éloignés du point H, où l'on auroit établi l'instrument. On examineroit ensuite quelles sont les hauteurs CA, DB du rayon horizontal CD au-dessus des points A et B. On prendroit la moitié VH de ces deux quantités CA et DB, et l'on feroit marquer à la mire cette hauteur VH.

On transporteroit ensuite la mire au point E, et l'on élèveroit l'index de la grande pinule jusqu'à ce que le rayon visuel rencontrât le milieu du voyant, et la division du montant de la grande pinule, auquel correspondroit le zéro du chassis, nous donneroit la pente par mètre de la droite HE ou KL.

La raison de ce procédé est simple. Les lignes CA et DB étant sensiblement parallèles, la figure CADB est un trapèze : par conséquent la moitié des côtés CA + DB

est égale à la droite HV, qui est également distante de ces deux lignes. HV et FE étant égales et parallèles, les droites VF et HE seront aussi par conséquent égales et parallèles : donc la droite HE aura la même pente que le rayon visuel VF, dont la pente est marquée par l'index du chassis.

Comme on ne mire qu'à une petite distance, nous n'avons point égard à la réfraction.

PROBLÈME QUATRIÈME.

139. Un point A étant donné dans un pays montueux (Pl. VIII, fig. 55), on voudroit trouver un point K tel, qu'il y eût, par exemple, 6 centimètres de pente ascendante par mètre du point A au point K, éloigné de 100 mètres environ du premier.

Solution.

On disposera son instrument de manière que la face extérieure de la petite pinule soit dans la direction de la verticale qui passe par le point A. On placera ensuite le zéro du chassis sur la division du montant qui indiqueroit la pente demandée.

On placera et arrêtera le voyant de la mire à un point tel que, du milieu de ce voyant au pied de la mire, il y ait une distance égale à la hauteur du trou de la petite pinule au-dessus du point A. On placera ensuite successivement la mire aux points B, C, D, etc., éloignés de 100 mètres

environ du point A, jusqu'à ce que l'on ait rencontré un point K situé à la distance prescrite du point A, et tel que, le rayon visuel passant par le trou de la petite pinule et par le point d'intersection des fils en croix de la pinule opposée, aille rencontrer le milieu du voyant : je dis qu'il y aura 6 centimètres de pente par mètre du point A au point D.

Après tout ce que nous avons dit, cela n'a pas besoin de démonstration.

PROBLÈME CINQUIÈME.

140. Soit proposé de trouver sur le terrein, à l'aide du niveau de pente, un point F tel qu'il y ait 5 centimètres de pente ascendante par mètre de O en F, l'instrument étant déjà placé au point U (Pl. VIII, fig. 56).

Solution.

Je fais correspondre l'index du chassis au milieu de l'espace, pris sur le montant de la grande pinule, marqué d'un 4 à l'une de ses extrémités, et d'un 6 à l'autre. Je fais transporter la mire au point O, et je fais signe au porte-mire de faire monter ou descendre le voyant jusqu'à ce que le rayon visuel du niveleur aboutisse au milieu du voyant. Cette condition remplie, on fixera le voyant d'une manière invariable.

On fera placer ensuite la mire sur le prolongement de la ligne UO, et on la fera changer de place jusqu'à ce que l'on ait trouvé un point F tel qu'en y plaçant le pied de la

mire, le rayon visuel VM aille rencontrer le milieu du voyant. Il est évident, d'après tout ce que nous avons dit, que le point F ainsi déterminé satisfera aux conditions du problème.

Il faut que le point F ne soit pas éloigné du point O, pour que l'on puisse négliger la réfraction.

Si l'on ne trouvoit pas de point F qui remplît ces conditions, ce seroit une preuve que du point O aux différens points situés sur le prolongement de la droite UO, il y auroit plus ou moins de 5 centimètres de pente par mètre. Alors on chercheroit le point qui exigeroit le déblai ou le remblai le moindre possible pour satisfaire aux conditions exigées.

141. Si l'on eût demandé un point H situé en deçà de l'instrument placé en U, tel qu'il y eût de O en H 5 centimètres de pente par mètre, on auroit fait placer la mire au point O, comme tout à l'heure, pour obtenir la hauteur OM. On l'auroit fait placer ensuite sur le prolongement OU,

et changer de place jusqu'à ce que le rayon visuel passant par le trou de la grande pinule et par les points d'intersection des fils en croix de la petite pinule rencontrât le milieu du voyant placé au-dessus du point H, à une hauteur PH = OM : je dis que du point O au point H ainsi déterminé, il y aura la pente demandée.

En effet, d'après la nature de l'instrument et la situation du chassis de la grande pinule, la droite PM aura la pente exigée; mais les deux droites OM et PH ont été faites égales; elles sont de plus verticales, peu éloignées l'une de l'autre, et par conséquent sensiblement parallèles : donc les lignes PM et HO sont parallèles et égales; donc cette dernière a la même pente que la droite PM.

142. Si l'on demandoit un point R tel qu'il y eût 6 centimètres de pente descendante par mètre du point L à ce point, le point R étant du même côté du niveau que le point L, on opèreroit, comme on a fait, pour trouver le point F tel qu'il y eût 5

centimètres de pente par mètre du point O à ce point. Seulement l'ingénieur auroit le soin d'appliquer l'œil au trou de la grande pinule. Ainsi, lorsque le terrein va en montant, on applique l'œil au chassis de la petite pinule, et lorsque le terrein va en descendant, on applique l'œil au chassis de la grande pinule.

PROBLÈME SIXIÈME.

143. On voudroit déterminer, à l'aide du niveau de pente, la distance du point A au point V (Pl. VIII, fig. 52).

J'établis l'instrument au point V, et je fais coïncider le zéro du vernier avec le zéro du limbe. Je fais placer la mire au point A, et le voyant de manière que le rayon de l'observateur aboutisse au milieu. Je suppose que la cote marquée sur la mire soit égale à $0,^{mt}15$.

Je fais coïncider ensuite le zéro du vernier avec la division du limbe marquée du numéro 10. Je fais monter le voyant jusqu'à ce que le rayon visuel du niveleur aille en rencontrer le milieu. Je suppose que la nouvelle cote soit égale à $3,^{mt}75$; la différence des deux cotes est donc égale à $3,^{mt}6$.

Les triangles semblables VIC, VAB donneront cette proportion : IC : IV : : AB : AV, c'est-à-dire, $0^{mt},10 : 1^{mt} :: 3,^{mt}6$: AV, ou 1 : 10 : : $3,^{mt}6$: 36 : donc il y a 36 mètres du point V au point A.

Nous n'avons point enseigné cette méthode pour qu'on l'emploie à mesurer les distances; mais seulement pour faire connoître à nos lecteurs la simplicité du principe qui serviroit de base à la mesure des distances au moyen des niveaux de pente.

Nous n'en dirons pas davantage sur cet instrument ingénieux, dont on doit, comme nous l'avons déjà dit, l'invention à M. de Chézy (1). Il n'y a guère que les Ingénieurs des ponts et chaussées qui en fassent usage, et encore peut-on résoudre la plupart des mêmes problèmes, presque avec autant de facilité, au moyen du simple niveau d'eau, surtout lorsqu'on a acquis un coup-d'œil à peu près sûr, par la grande habitude qu'on a d'opérer sur le terrein.

---

(1) Ce niveau coûte, dans ce moment, 200 francs, à Paris.

VOCABULAIRE

EXPLICATIF

De quelques expressions employées dans cet ouvrage.

ACHROMATIQUE. Ce mot est formé de l'*a* privatif des Grecs et du mot *chroma*, qui signifie couleur. Les lunettes achromatiques diffèrent des autres lunettes en ce que l'objectif, au lieu d'être formé d'un seul verre lenticulaire, est composé de deux ou trois verres de différente réfrangibilité, qui dispersent inégalement les rayons différemment colorés qui composent la lumière. Ces sortes d'objectifs peignent à leur foyer une image beaucoup plus distincte que les objectifs ordinaires.

AXE OPTIQUE. Dans les lunettes à réticule (*voy. ce mot*), c'est une ligne droite

qui passe par le centre de l'oculaire, et par le point d'intersection des deux fils.

CENTRER une lunette, c'est faire en sorte que l'axe optique de la lunette se confonde avec l'axe du cylindre qui forme le canon de la lunette.

CHAINER signifie mesurer une dimension avec une chaîne. Les chaînes qui ont dix mètres de long se vendent à Paris 15 à 16 francs, y compris dix fiches de fer; celles qui ont 20 mètres coûtent 20 francs.

Pour assigner la différence de niveau entre deux points, on n'a pas besoin, comme nous l'avons déjà dit, de connoître l'intervalle qui les sépare, si le niveau est également éloigné des deux points qu'on nivelle. On ne mesure ordinairement cet intervalle, qu'afin de pouvoir déterminer le relief du terrain sur une longueur donnée.

CHAINEURS. On donne ce nom aux manoeuvres qui mesurent avec la chaîne : on les nomme encore porte-chaînes. Il faut que

les chaîneurs aient de l'intelligence et une certaine habitude pour bien chaîner. Dans cette opération, celui des deux chaîneurs qui est en arrière est chargé de diriger le premier sur la ligne que l'on mesure, et l'autre a le soin de bien tendre la chaîne et de la tenir dans une situation horizontale. Sans cette dernière précaution, la chaîne suivroit toutes les inflexions du terrein, et donneroit par conséquent de fausses dimensions. Il faut que le niveleur, de même que le géographe, ne perde jamais de vue les chaîneurs, et qu'il prenne une note exacte des différentes longueurs qu'ils mesurent.

Chorobate. Niveau des Anciens. *Voyez page 18.*

Coup-arrière, coup-avant. *Voy. page 109.*

Croisée des filets. Les fabricateurs d'instrumens désignent ainsi les deux fils qui se coupent à angles droits, et qui sont

placés dans la lunette à peu près au foyer de l'objectif. *Voyez le mot* réticule.

DIAPHRAGME. Les ingénieurs en instrumens donnent ce nom à la cloison à laquelle sont fixés les deux fils qui se coupent à angles droits, et qu'ils appellent aussi *réticule. Voyez ce mot.*

INGÉNIEURS en instrumens de mathémathiques. On donne ce titre aux artistes qui s'occupent de la construction des instrumens de mathématiques. Les ouvrages exécutés par les ingénieurs habiles sont très-recherchés. On voit encore avec plaisir les instrumens qui ont été faits par les Langlois, les Canivet et les Lennel, qui n'existent plus. Voici les noms et les adresses des ingénieurs en instrumens de mathématiques qui ont, dans ce moment, le plus de réputation.

Baradelle, rue du faubourg Saint-Jacques, n°. 34.

Meurand, quai de l'Horloge du palais, n°. 67.

Lenoir, rue de la place Vendôme, au dépôt de la marine, n°. 21.

Nébel, quai de l'Horloge du palais, n°. 25.

Férat, rue du faubourg Saint-Jacques, maison des ci-devant Feuillantines, près le Val-de-Grâce.

Charot, rue du Marché neuf, n°. 28.

Bellet, rue Saint-Louis, près le Palais de Justice, n°. 4.

Richer, rue de Turenne, hôtel de Pologne, n°. 43.

Jecker, rue des douze Portes, au Marais, n°. 10.

Nota. Je n'ai point prétendu classer ici ces artistes en raison de leurs talens, mais suivant le degré d'ancienneté de chacun d'eux dans la profession d'ingénieur en instrumens de mathématiques.

Il y a des fabricateurs ignorans qui mettent sur leurs instrumens le nom de quelque artiste habile, et qui trompent ainsi les acheteurs. Les personnes qui font le commerce d'instrumens, sans les fabriquer, sont surtout accoutumées à user de cette supercherie. Lorsqu'on ne se connoît point en instrumens, il faut les acheter directement des fabricateurs, si l'on ne veut courir les risques d'être dupe.

Ligne de niveau. Il y a deux sortes de lignes de niveau ; la ligne de niveau apparent, et celle de niveau vrai. La première est une ligne horizontale. La seconde est une ligne dont tous les points sont également éloignés du centre de la terre, en la supposant sphérique; une pareille ligne, lorsque tous ses points sont dans un même plan vertical, est un arc de cercle.

Lunette achromatique. C'est une lunette qui n'a point d'iris ou de couleurs. Le célèbre Euler a le premier donné l'idée de ces sortes de lunettes dans un de ses savans mémoires, et M. Dollond, habile opticien anglais, est le premier qui ait profité de l'idée du géomètre allemand ; il a même beaucoup perfectionné l'invention du mathématicien, parce que dans toutes les sciences physico-mathématiques, il faut que la théorie et la pratique marchent, pour ainsi dire, de *conserve ;* elles doivent s'appuyer et s'éclairer mutuellement.

Mire. La mire est un instrument ordi-

nairement en bois, dont la base est rectangulaire ou octogone, ou circulaire. On lui donne deux, trois ou quatre mètres de hauteur, plus ou moins, et on la divise en mètres, en décimètres et en centimètres. Au moyen de ces divisions, les cotes données par la mire se trouvent toutes mesurées.

Niveau. Deux points sont de niveau, lorsqu'ils sont situés dans une surface concentrique, et semblable à celle des mers. Si nous regardons la terre comme une sphère, deux points également éloignés du centre de la terre seront de niveau, et réciproquement.

Niveaux. Instrumens qu'on emploie pour niveler.

Le *chorobate* est un des meilleurs niveaux qu'aient eu les Anciens; on ne s'en sert plus à cause de son poids et de ses dimensions, qui le rendent difficile et incommode à transporter.

Le *niveau d'eau* en fer-blanc est le plus

simple de tous les niveaux. On feroit bien de lui donner un mètre et demi de long.

Le niveau d'eau en fer-blanc, à simple douille, est sujet à un grand inconvénient. Il arrive souvent que lorsqu'on a donné son coup de niveau sur l'un des points d'une station, et qu'on veut faire tourner son instrument pour le diriger sur l'autre point de la même station, il arrive souvent, dis-je, que l'eau s'élève au-dessus d'un des tubes de verre, et se répand; de sorte qu'on est obligé de changer l'instrument de position, et de redonner son premier coup de niveau. C'est pour remédier à cet inconvénient, que j'ai proposé, dans la préface de cet Essai, d'adapter au niveau d'eau une tige en cuivre, terminée par une sphère qu'on introduit dans un genou à douille. Cette tige doit être construite de manière qu'on puisse faire faire une fraction quelconque de tour d'horizon à l'instrument, sans être obligé de desserrer les deux coquilles du genou, qui pressent la sphère de la tige.

Il faut aussi que le niveleur ait l'attention, avant de donner son premier coup de niveau, de faire faire un tour entier d'horizon à l'instrument, sans que l'eau disparoisse d'un côté, ou qu'elle vienne à se répandre.

On verse quelquefois, à chaque extrémité de l'instrument, quelques gouttes de vin rouge, afin que les deux surfaces de niveau étant colorées, tranchent mieux sur le verre qui est blanc. Je n'ai pas besoin de recommander au lecteur de nettoyer les deux tubes de verre du niveau lorsqu'ils commencent à se ternir.

Niveaux à bulle d'air et à pinules. Le niveau de pente de l'ingénieur des ponts et chaussées que nous avons décrit, devient un niveau à bulle d'air et à pinules, lorsqu'on fait coïncider le zéro du vernier avec le zéro du limbe.

Niveaux à bulle d'air et à une lunette. Ces espèces de niveaux sont très en

usage aujourd'hui. Ils exigent des connoissances et de l'habitude, pour pouvoir s'en servir d'une manière sûre. Ils coûtent fort cher et demandent beaucoup de soin, tant pour en rendre les mouvemens plus doux, que pour les faire durer plus long-temps. Ils se vendent en général 400 francs.

Les niveaux à bulle d'air et à deux lunettes ne sont plus guère en usage. Ils doivent coûter plus cher que les niveaux à une lunette, sont plus compliqués et plus sujets à erreur.

Niveaux à perpendicule. De tous les niveaux de cette espèce, on n'a guère conservé que celui de maçon ou de charpentier, dont les artisans de ces deux professions se servent journellement. Le célèbre abbé Picard avoit perfectionné le niveau à perpendicule et à pinules, auxquelles il avoit substitué une lunette. On peut voir, dans son Traité, la description et les dessins du niveau qui porte son nom, et dont il s'étoit servi pour faire les nivellemens re-

latifs à la conduite des eaux de l'étang de Trappes à Versailles.

Niveaux de pente. Ce sont des instrumens qui donnent immédiatement la pente d'une ligne. Avec les niveaux ordinaires, on rapporte les points qu'on veut niveler à une ligne horizontale, et avec les niveaux de pente on les rapporte à une ligne inclinée à l'horizon.

NIVELEUR. On donne ce nom à la personne qui nivelle.

NIVELER deux points, c'est déterminer de combien l'un est plus ou moins élevé que l'autre.

NIVELLEMENT. C'est une science physico-mathématique, dont on fait l'application à chaque instant.

L'architecte fait un nivellement pour connoître la différence de niveau d'un terrein sur lequel il doit projeter un édifice

et ses dépendances. S'agit-il de faire un jardin, d'amener de l'eau dans une ville? il faut qu'il ait recours à la science du nivellement.

L'ingénieur militaire a besoin de niveler, lorsqu'il projète une place forte, surtout à cause du défilement. S'il a une rivière à sa disposition, et qu'il veuille former au besoin des inondations autour de la place, il faut qu'il connoisse la pente de la rivière et du terrein qui l'environnent.

L'ingénieur des ponts et chaussées ne sauroit faire un projet de pont, de route, de canal, de dessèchement, sans se servir du niveau. Tous les autres corps d'ingénieurs ont plus ou moins besoin de niveler.

L'ingénieur géographe fixe la position des principaux points des cartes qu'il lève, au moyen du cercle répétiteur, qui, comme on sait, est le niveau par excellence. Il s'en sert, dans cette opération, pour déterminer la différence de niveau des sommets des triangles qu'il forme sur le terrein. Il va

paroître incessamment chez M. Courcier, imprimeur-libraire, quai des Augustins, un Traité de Géodésie, dans lequel on donnera la description et l'on enseignera l'usage de cet instrument. Cet ouvrage est de M. Puissant, ingénieur-géographe du dépôt de la guerre, déjà connu par un Recueil de diverses propositions de géométrie, résolues ou démontrées par l'analyse algébrique : il l'est également par plusieurs savans mémoires qui ont été insérés dans le Mémorial topographique et militaire, rédigé au dépôt général de la guerre.

L'ingénieur-géographe fait encore usage du niveau de pente (Pl. V, fig. 43), auquel on adapte un *niveau* à bulle d'air, pour connoître les angles que font successivement avec l'horizon les règles qu'il emploie à la mesure de la base qui doit servir à calculer les triangles qu'il a faits.

Objectif. On appelle objectif, dans une lunette, le verre placé du côté de l'objet

auquel on vise. Plus le champ de ce verre est grand, et plus le faisceau de rayons dont il est frappé est considérable; ce qui rend, toutes choses égales d'ailleurs, la lunette plus claire.

Oculaire. On appelle oculaire d'une lunette le verre auquel l'observateur applique l'œil.

Porte-chaine. *Voyez Chaîneurs.*

Porte-mire. On donne ce nom à celui qui tient la mire et la fait manœuvrer. Le niveleur et le porte-mire doivent être placés à une assez petite distance l'un de l'autre pour bien s'entendre, et ne former, pour ainsi dire, qu'un seul être, dont le niveleur est l'âme; ce qui exige que le porte-mire soit un homme intelligent et exercé.

Profil. On distingue deux sortes de profils; le profil en long et le profil en travers. Le profil en long n'est autre chose que

la coupe du terrein sur sa longueur, et le profil en travers, que la coupe du terrein sur sa largeur.

Réfraction. Tous les corps qui passent obliquement d'un milieu dans un autre plus ou moins dense, changent de direction. Cette déviation de route se nomme réfraction. Lorsqu'un corps passe d'un milieu dans un autre plus dense, il change de direction, en s'éloignant de la perpendiculaire : la lumière au contraire s'approche dans le même cas de la perpendiculaire. On a fait un grand nombre d'expériences en France pour connoître l'angle de la réfraction dans les différentes saisons de l'année. M. Delambre a trouvé que cet angle étoit, en été, les 75 millièmes ; qu'il étoit, en automne et au printemps, les 8 centièmes, et, qu'en hiver, il étoit les 9 ou 10 centièmes de l'angle formé par les deux rayons menés du centre de la terre aux extrémités de la distance sur laquelle on fait l'observation.

Pour calculer la table de l'abaissement causé par la réfraction, j'ai pris l'effet moyen, qui est égal aux huit centièmes de l'angle en question.

Si l'on faisoit un nivellement dans un pays dont la température différât beaucoup de celle de la France, en Égypte, par exemple, il faudroit bien se garder de supposer que les effets de la réfraction y sont les mêmes. Il faudroit faire de nombreuses expériences pour connoître la valeur de l'angle de réfraction dans cette contrée.

Repère. On en distingue de deux sortes, de naturels et d'artificiels. Les repères naturels sont ceux qu'offre le pays, comme un tronc d'arbre, une borne, une marche, le socle d'une colonne, etc.

Les *repères artificiels* sont ceux que l'on forme soi-même ; ordinairement c'est la tête d'un fort piquet que l'on a enfoncé en terre à grands coups de maillet, ou la tête d'une borne qu'on a scellée dans un massif

massif de maçonnerie, qui forment des repères artificiels.

Réticule. On nomme réticule les deux fils qui se coupent à angles droits, et qu'on place à peu près au foyer de l'objectif. Ce sont ordinairement deux fils de soie, deux crins ou deux cheveux. Quelquefois aussi on place à ce foyer un verre ordinaire, sur lequel sont tracées deux lignes qui se coupent à angles droits. Quoique ce verre tende d'ailleurs à obscurcir un peu la lunette, je le préfère cependant aux deux crins, qui sont sujets à se dilater inégalement; ce qui peut faire changer de place à leur point d'intersection, et causer une erreur assez considérable, vu la petite distance qu'il y a du centre de l'oculaire à ce point d'intersection.

Retournement. Je distingue deux sortes de *retournement;* le *retournement* simple et le *retournement* bout pour bout. J'entends par *retournement*, l'opération par laquelle on tourne et retourne la lu-

nette autour de son axe optique; et par *retournement* bout pour bout, l'opération par laquelle on retourne bout pour bout les deux supports ou la lunette. Au reste, le discours qui précèdera le mot *retournement*, indiquera celui dont on entend parler.

SIGNAL.* Dans le nivellement, on entend, par signal, un objet qui s'élève au-dessus du sol naturel, et qu'on peut apercevoir de loin. On distingue deux sortes de signaux, de naturels et d'artificiels. Les premiers sont ceux qu'on trouve tout établis, comme une tour, une maison, un clocher, un arbre : les seconds sont ceux qu'on fait élever exprès, comme une perche, une pyramide en charpente, que l'on monte, démonte et reconstruit dans l'endroit que l'on juge convenable. La mire ordinaire n'est autre chose qu'un signal artificiel d'autant plus commode, que l'on peut en augmenter ou en diminuer sur-le-champ la hauteur, à la volonté du niveleur.

En général, lorsqu'on nivelle avec un des instrumens connus sous le nom de niveaux, on n'a guère recours à d'autres signaux artificiels qu'à la mire ordinaire, ou bien encore à une longue perche, lorsque celle-là se trouve trop courte. Mais si l'on se servoit du cercle répétiteur pour faire un nivellement d'une grande importance et d'une grande étendue, comme lorsqu'il s'est agi de niveler l'Isthme de Suez; si le pays ne présentoit point de signaux naturels, ou si ceux qu'il offriroit étoient mal disposés, on pourroit faire élever des pyramides en charpente de distance en distance, afin de diminuer le nombre des opérations, et par conséquent le nombre des erreurs.

Station. On appelle station chaque nivellement simple qui fait partie d'un nivellement composé; en effet, le niveleur est obligé d'être stationnaire avec son niveau à chaque opération simple. Les deux points qu'on nivelle à chaque station que l'on fait,

sont dits les points extrêmes de cette station.

TERRE. C'est le nom de la planète que nous habitons. Les premiers humains la regardèrent comme un plateau. Dans la suite, on s'aperçut qu'elle avoit une courbure, et on la regarda comme parfaitement ronde, abstraction faite des différens continens qui dominent d'une manière fort irrégulière la surface des mers. Enfin, Newton vint ; il démontra, d'après les lois de l'attraction, que la terre devoit être applatie vers les pôles, et renflée vers l'équateur. Il calcula même dans son cabinet, que le rapport du petit au grand axe devoit être égal à $\frac{229}{230}$. Ce rapport étoit adopté depuis longtemps dans le monde savant, lorsque MM. Laplace et Dionis du Séjour conclurent de différentes considérations très-délicates, que les deux axes de notre planète devoient être dans le rapport de 320 à 321. Enfin, d'après la dernière mesure d'un arc du méridien, compris entre Dunkerque et Montjouy, près Barcelone, faite par mes-

sieurs Méchain et Delambre, et combinée avec le résultat d'une opération semblable qui avoit été faite au Pérou (1) par messieurs Godin, Bouguer et de la Condamine, on a évalué la distance du pôle à l'équateur à 5 130 740 toises, et le rapport entre les deux axes de la terre a été fixé à $\frac{333}{334}$.

On a divisé cette distance du pôle à l'équateur en dix millions de parties égales, dont chacune vaut par conséquent 3 pieds 0 pouces 11 lign. et $\frac{295\,936}{1\,000\,000}$ de ligne, ou 3 pieds 0 pouces 11 lignes et $\frac{296}{1000}$ de ligne, qu'on a pris pour unité de mesure à laquelle on a donné le nom de *mètre*.

Si l'on prend, pour diamètre moyen de la terre, le diamètre qu'auroit l'ellipse génératrice, qui a 40 000 000 de mètres de développement, considérée comme un cer-

---

(1) L'opération du Pérou fut commencée en 1733 et finie en 1741. Celle de France a été commencée en 1792, et terminée en 1799.

cle, on trouvera que le diamètre moyen de la terre est égal à 12 732 396 mètres.

On est obligé si souvent de convertir en nouvelles mesures les rapports suivans, exprimés en mesures anciennes, que j'ai cru devoir terminer cet article par le tableau que voici.

PENTE par TOISE.	PENTE correspondante PAR MÈTRE.	PENTE par TOISE.	PENTE correspondante PAR MÈTRE.
	mt		mt
0°. 6 lig.	0,00694	6°. 6 lig.	0,09027
1°.	0,01388	7°.	0,09722
1°. 6 lig.	0,02083	7°. 6 lig.	0,10416
2°.	0,02777	8°.	0,11111
2°. 6 lig.	0,03472	8°. 6 lig.	0,11805
3°.	0,04166	9°.	0,12500
3°. 6 lig.	0,04861	9°. 6 lig.	0,13194
4°.	0,05555	10°.	0,13888
4°. 6 lig.	0,06250	10°. 6 lig.	0,14583
5°.	0,06944	11°.	0,15277
5°. 6 lig.	0,07638	11°. 6 lig.	0,15972
6°.	0,08333	12°.	0,16666

On peut, si l'on veut, ne prendre que les trois premiers chiffres décimaux : ainsi, l'on dira, par exemple, qu'un glacis a 35 millimètres de pente par mètre, ou 2° 6l par toise.

Trépied. On nomme ainsi le pied sur lequel on place les niveaux. Il est ordinairement composé de trois pieds ou supports en bois, terminés chacun par une pointe de fer ; c'est ce qui lui a fait donner le nom de trépied.

Voyant. On donne le nom de voyant à une plaque de tôle ou de fer-blanc divisée en deux ou en quatre compartimens; dans le premier cas, l'un est blanc et l'autre noir ; dans le second cas, la moitié de ces compartimens sont blancs et l'autre moitié sont noirs. Quelquefois le voyant est en carton; il occupe ordinairement le haut de la mire.

FIN.

[illegible]

D[illegible]

[illegible]

[illegible]

TABLE
DES MATIÈRES.

CHAPITRE PREMIER.

CHAPITRE II.

CHAPITRE III.

CHAPITRE IV.

Description

FIN DE LA TABLE.

SUPPLÉMENT

Qui renferme quelques observations nouvelles relatives au niveau d'eau.

On avoit à peine achevé d'imprimer cet Essai, que les dessins d'un niveau d'eau d'une construction nouvelle me sont parvenus de Turin. Comme l'ouvrage que je publie est principalement destiné aux personnes qui *pratiquent* le nivellement, et que le niveau d'eau est l'instrument le plus en usage, parce qu'il est le plus simple et le moins coûteux de tous, j'ai pensé qu'il seroit utile d'ajouter à cet Essai un supplément qui contînt les dessins et la description de cet instrument nouveau, ainsi que les changemens que je propose d'y faire.

1. Nous avons dit qu'en remplissant le niveau d'eau (chap. I, art. 8), on obtenoit deux surfaces de niveau; mais la chose n'a pas tout-à-fait lieu. Il est bien vrai que toutes les colonnes H*d*, *ig*, *eb*, etc. (Pl. IX, fig. 57), tendent à s'élever à une même

hauteur au-dessus du fond *dc* supposé de niveau; mais les colonnes H*d*, I*c*, qui sont appuyées le long des parois des tubes de verre, étant soutenues en partie par ces tubes, auxquels elles sont adhérentes, pressent moins que les colonnes voisines; aussi sont elles plus élevées qu'elles, et la liqueur, au lieu de présenter une surface de niveau sur toute la largeur de chaque tube, forme au pourtour de chacun d'eux, un onglet H*ai*, dont la hauteur est d'autant plus grande, que le diamètre du tube est plus petit (1).

---

(1) Lorsqu'on remplit de mercure un tube de verre, la surface supérieure, au lieu d'être concave, est convexe (fig. 58). Cela vient apparemment de ce que les molécules du mercure ont plus d'adhérence entre elles qu'elles n'en ont avec le tube de verre; de sorte que les colonnes qui s'appuient contre les parois du tube, étant moins soutenues que les autres, pressent davantage, et s'élèvent par conséquent à une hauteur moindre pour être en équilibre avec elles.

On sait que MM. Laplace et Lavoisier sont parvenus, en desséchant extrêmement le mercure et le tube de verre qui le contenoit, à faire terminer la colonne de mercure par une surface plane et même par une concave; mais nous ne parlons ici que de mercure qu'on a versé dans un tube, sans qu'on ait fait subir de préparation extraordinaire ni à l'un, ni à l'autre.

Cette circonstance exige une petite précaution de la part du niveleur, pour que le rayon visuel SQ (fig. 57) ne soit pas tangent aux points *a* et R du tube, auquel cas il ne seroit pas horizontal, mais aux points H et R. Il faut que le niveleur place son œil (24) à une certaine distance du tube, comme à 32, 65, 97 ou 200 centimètres (1, 2, 3, et même 6 pieds), suivant la nature de sa vue, afin qu'il n'aperçoive point la surface *ar*, mais le sommet HI de l'onglet, qui est sensiblement de niveau avec le sommet RL de l'onglet opposé.

2. Si, pour diminuer la hauteur de l'onglet H*ir*I, on adaptoit à son niveau un tube fort gros, la liqueur dont on rempliroit l'instrument présenteroit alors deux surfaces si grandes, qu'elles seroient agitées par le moindre vent, de sorte qu'on ne pourroit les faire servir à diriger horizontalement le rayon visuel, que lorsque le temps seroit très-calme. Il est vrai que, pour diminuer l'action de l'air sur les deux surfaces de niveau, on pourroit terminer les tubes par un col étroit (fig. 59), mais

alors il ne seroit pas facile de les nettoyer, lorsqu'ils viendroient à se ternir.

Monsieur Ignace Michélotti, ingénieur en chef des irrigations à Turin, digne héritier des talens de son père, connu par plusieurs savans mémoires sur l'hydraulique, a trouvé le moyen de faire disparoître ces différens inconvéniens. Il substitue aux tubes ordinaires deux verres à boire A et B (fig. 60 et 61), en beau crystal de Bohême, parfaitement cylindriques et percés par le fond. Ces deux verres sont embrassés par une boîte de laiton qui couvre les deux quarts C et D de leur surface convexe, et laisse les deux autres quarts A et B à découvert. On a le soin de noircir la partie de ces deux lames C et D, qui est appliquée contre la surface convexe des verres. Par ce moyen, l'eau qui remplit le niveau, quelque limpide qu'elle soit, paroît noire (1); de sorte que les deux sur-

(1) Chacun peut en faire aisément l'expérience. On n'a qu'à prendre pour cela deux bandes de papier noir, égales chacune en largeur au quart de la circonférence d'un des verres, et les appliquer contre sa surface, de

faces de niveau tranchent parfaitement sur l'atmosphère pendant le jour.

3. Les verres A et B ayant environ 68 millimètres de diamètre, l'onglet H *a i* (fig. 57), formé au pourtour de chacun d'eux, est presque insensible. Pour empêcher les deux surfaces de niveau d'être agitées par le vent, on met sur les verres deux couvercles F et G (fig. 60), percés chacun d'un trou. Ils sont fixés à leur boîte respective au moyen de trois vis, et lorsqu'on veut remplir ou nettoyer les verres, on enlève ces couvercles.

4. Voici les changemens que je propose de faire à cet instrument. On pourroit rendre les deux verres A et B (fig. 62) semblables au verre N (fig. 63) qui est mobile et qu'on peut adapter à l'extrémité du niveau RS, au moyen de la vis *t* (fig. 63) et de l'écrou *u* (fig. 62), tous deux en cuivre. Au-dessus de la vis on place une petite garniture de peau *ts* qui empêche l'eau de passer entre

---

la manière dont nous venons de l'indiquer ; on s'assurera ainsi que l'eau contenue dans le verre, vue latéralement, paroît en effet très-noire.

le joint formé par la vis et l'écrou. Les couvercles de ces verres pourroient être semblables à ceux de nos tabatières; ils seroient doublés d'une peau et se visseroient autour des deux lames de laiton. Ils seroient percés d'un trou que l'on fermeroit avec le bouchon M que l'on placeroit à côté dans un petit cône de cuivre *r* fait exprès pour le recevoir, lorsqu'on voudroit laisser les trous ouverts.

On auroit quatre verres semblables à celui N (fig. 63), et six autres semblables à celui D (fig. 64) prêts à monter. Lorsqu'il y en auroit un N de cassé par quelque accident, on lui en substitueroit un autre tout monté, et l'on enverroit la monture de celui qui seroit cassé chez un ferblantier ou vitrier du pays, avec un autre verre D pour qu'il l'ajustât ; par ce moyen on ne seroit jamais arrêté dans ses opérations.

5. Le niveau RS est en fer-blanc, et l'on y a adapté une tige *no* terminée par une sphère qui s'emboîte dans un genou que l'on serre au moyen de la clef à vis E. L'instrument fait autant de tours d'horizon que

l'on veut sur le plateau *im*, et on peut le fixer à l'aide de la vis *e*.

6. On peut encore adapter les verres B et C (fig. 65 et 66) aux extrémités d'un niveau en cuivre TU (fig. 67), (ainsi que le verre A qui n'est pas tout à fait assez enfoncé), composé comme à l'ordinaire de 5 pièces, y compris les deux verres tout montés. Le cône extérieur AB s'introduit dans le cône intérieur CD; le cône extérieur U V s'introduit pareillement dans le cône intérieur *an* du verre B (fig. 65); ces différentes pièces restent unies ensemble, et ne laissent passer aucune goutte d'eau, à l'aide du frottement.

Cet instrument fait un tour d'horizon sur le plateau *im*, et on le fixe au moyen de la vis *e*. Il se renferme dans une boîte de chêne ou de noyer, avec les six ou huit verres qui en dépendent.

7. Malgré le changement avantageux que M. Michélotti a opéré dans le niveau d'eau, en y adaptant les verres de crystal parfaitement cylindriques A et B, dont il recouvre deux quarts avec les lames de laiton C et D noircies intérieurement, on ne pourroit

néanmoins faire de grandes stations avec cet instrument, si l'on continuoit de prendre, pour ligne de visée, la droite RU tracée au milieu du voyant MN (Pl. I, fig. 10). Je conseille donc au niveleur de prendre, pour ligne de visée, l'arête supérieure ML du rectangle MN, de sorte que le voyant, au lieu d'être divisé en deux ou quatre compartimens (fig. 10 et 13), sera tout blanc d'un côté et tout noir ou tout rouge de l'autre. On aura le soin de faire tourner de son côté la face du voyant qu fera trancher le mieux l'arête M L, au moment de l'opération. Je pense qu'au moyen de cette dernière précaution, l'on pourr faire avec cet instrument des stations d 5 à 600 mètres de long, en le plaçan toutefois au milieu des deux points qu'o nivelle.

Nota. On pourra, si l'on veut, ne point couvrir d lames de laiton les deux quarts de la surface conve de chaque verre, et laisser entièrement à découvert surface P (fig. 68), comprise entre le fond de cuivre et le couvercle S de même métal; dans ce cas on pour colorer les deux surfaces de niveau, en versant da l'instrument une liqueur convenable.

Fig. 10.

Fig. 11.

Fig. 12.

Fig. 13.

Fig. 14.

Fig. 15.

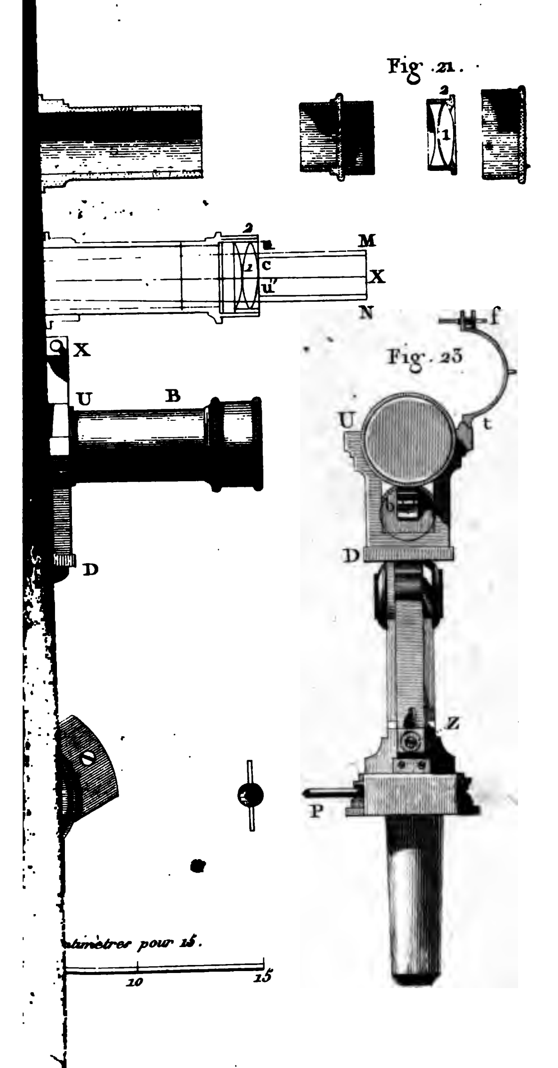

Fig. 21.
2
1
2
1
u
c
u'
M
X
N
X
U
B
D
f
Fig. 23
U
t
b
D
Z
P
timètres pour 15.
10
15

Fig. 29

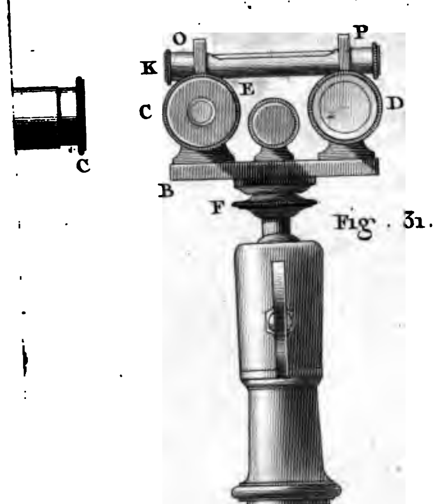
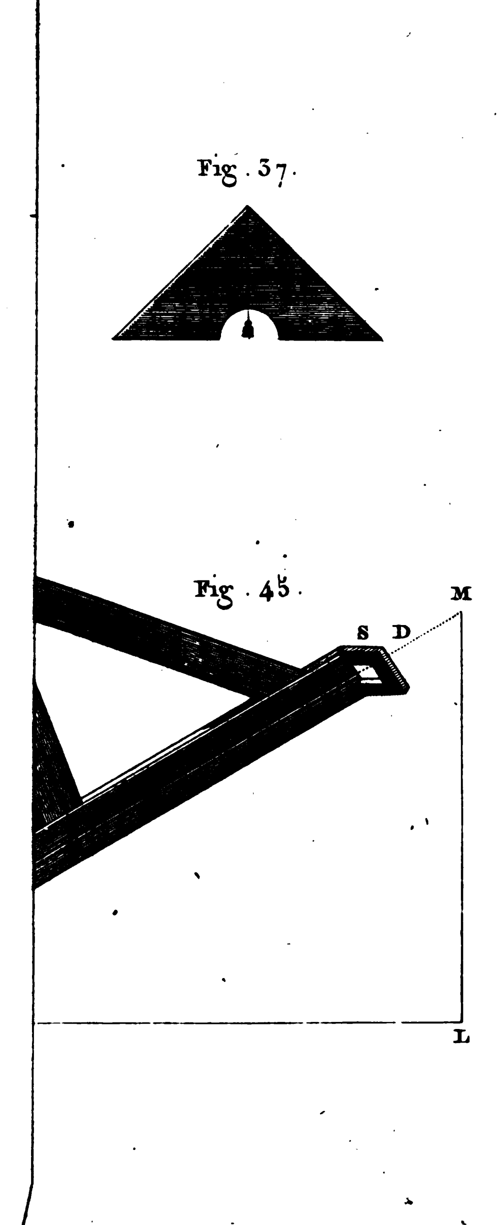
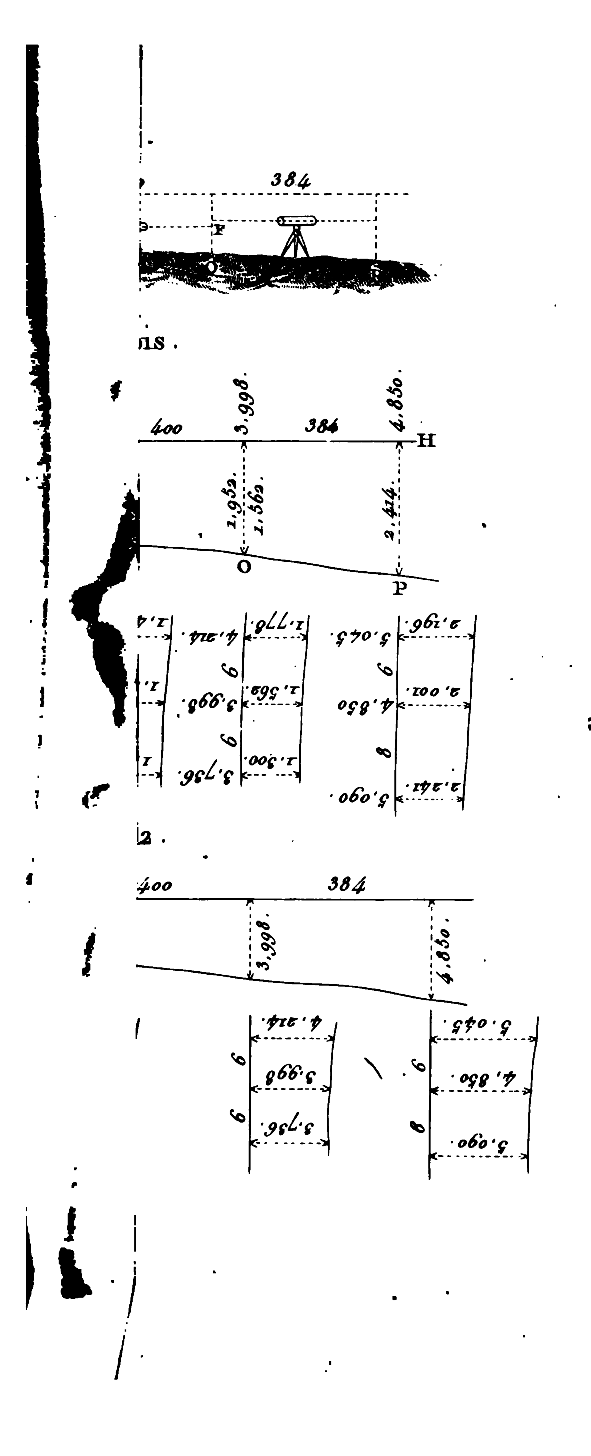


Fig. 31.

C


Fig. 37.
Fig. 45.
S
D
M
L



384
F
O
400
3,998.
384
4,850.
H
1,952.
1,562.
2,414.
O
P
400
384
3,998.
4,850.

tiers .

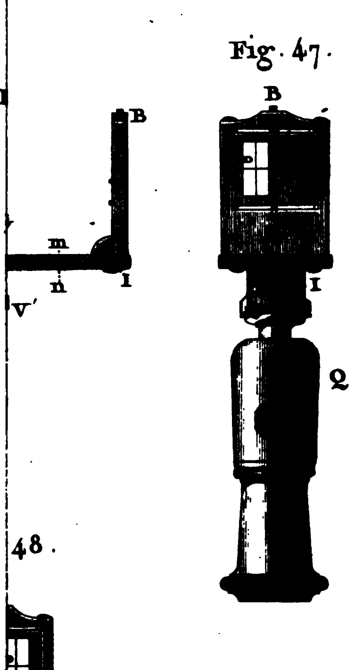


Fig. 47.

48.

Fig. 51.

H M

C

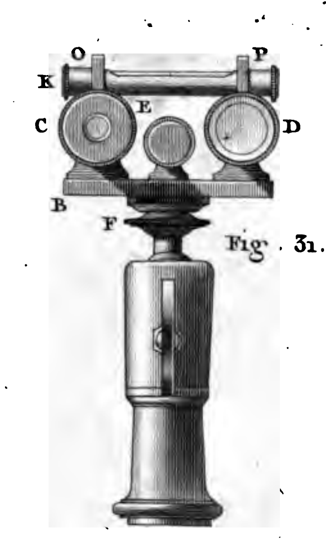


Fig. 31.

C

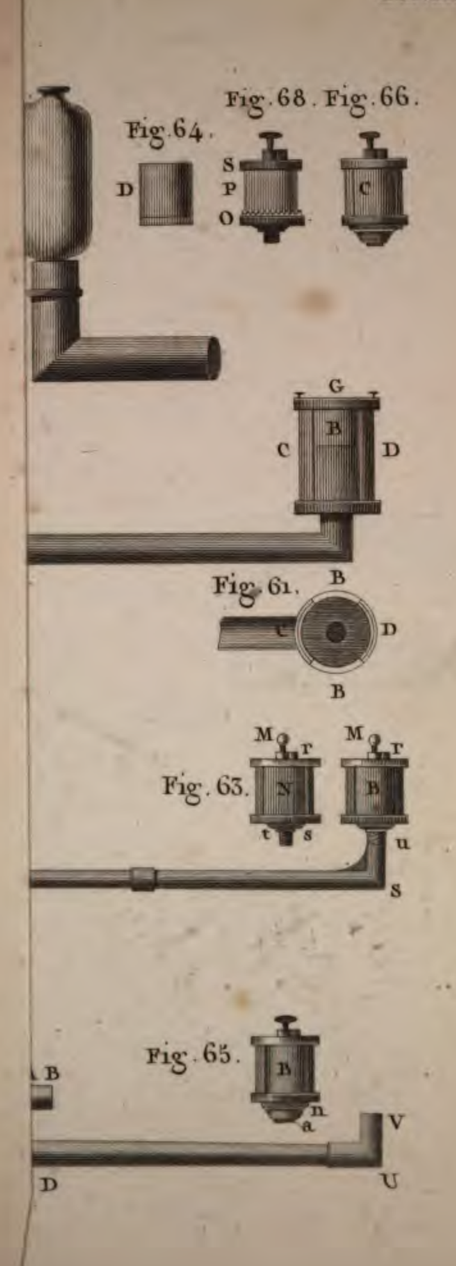
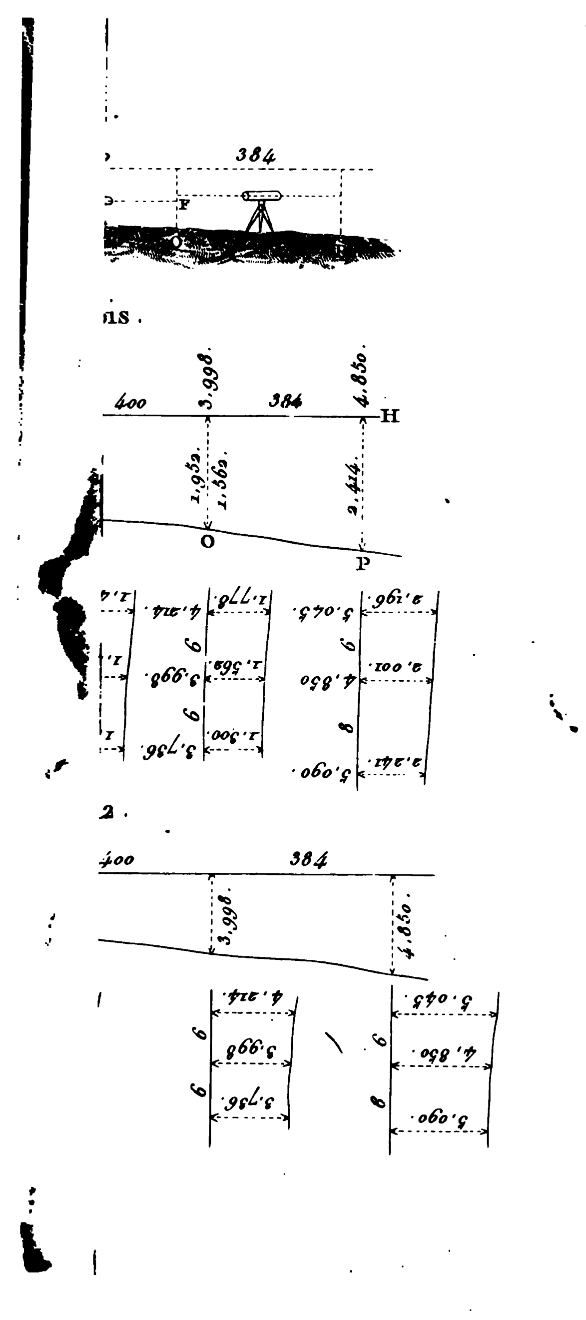


Fig. 68.
Fig. 66.
Fig. 64.
D
S
P
O
C
G
B
C
D
Fig. 61.
B
C
D
B
M
r
M
r
Fig. 63.
N
B
t
s
u
S
Fig. 65.
B
B
n
a
V
D
U



384
F
O
ns.
400
3.998.
384
4.850.
H
1,952.
1,562.
2,414.
O
P
2.
400
384
3.998.
4,850.

